

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Technicko - provozní hodnocení Start-Stop systému automobilu**

**Technical and Operational Evaluation of Automotive  
Start – Stop Systems**

Student:

Klímek Libor

Vedoucí bakalářské práce:

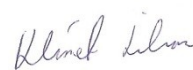
Ing. Michal Richtář

Ostrava 2011

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením  
vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 23.05.2011



.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 23.05.2011



.....  
Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Libor Klímek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Píšť 31, 747 18

## **Poděkování**

Tímto chci poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Michalovi Richtářovi za cenné rady a pomoc při sestavování bakalářské práce.

Zaměstnancům společnosti Auto Heller Ostrava za poskytnuté materiály a informace, zaměstnanci Hyundai motor Manufacturing Czech s.r.o panu Ondřejovi Galuszkovi za jeho čas a ochotu při konzultaci.

Mé rodině a známým za to, že mi poskytli podporu a prostor k vypracování této práce.

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KLÍMEK,L.*Technicko - provozní hodnocení Start-Stop systému automobilu: bakalářská práce.* Ostrava VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, 73 s. Vedoucí práce: Richtář,M.

Bakalářská práce se zabývá hodnocením Start-Stop systému u osobních automobilů. V úvodu je popsána funkce systému, charakterizují se zde komponenty potřebné k provozu systému. V bakalářské práci je provedeno porovnání komponentů použitých u stejných vozidel s rozdílem osazení Start-Stop systémem. Na základě uskutečněného měření a naměřených hodnot je spočtena úspora finanční a emisní, na jeden kilometr provozu se Start-Stop systémem, oproti provozu bez Start-Stop systému. Na závěr jsou zhodnoceny systémy dvou výrobců z ekonomického hlediska.

## ANOTTATION OF BACHELOR THESIS

KLÍMEK.L. Technical and Operational Evaluation of Automotive Start – Stop Systems“ a bachelor thesis. Ostrava VSB- Technical University of Ostrava, Faculty of Engineering, Institute of Transport, 2011, 73p. Supervisor: Ruchtař.M.

This bachelor's project occupies with the evaluation of Start-Stop system by passenger cars. The system function is described in the opening, components necessary for proper operation of the system are characterized here as well. In the bachelor's project the comparison of components used in the same vehicles just with the difference of usage the Start-Stop system itself is made. Based on the executed measurement and recorded values the financial and emission saving is calculated. The value is mentioned on 1 km of traffic with the Start-Stop system against the traffic without the Start-Stop system. In the end the evaluation of systems from 2 producers from the economical point of view is done.

## Obsah

Použité značení: .....	9
1 Úvod .....	12
1.1 Důvod zavedení Start-Stop systému do provozu .....	12
2 Technická řešení start – stop systému u silničních vozidel .....	14
2.1 Popis funkce Start/Stop. ....	14
2.2 Předvedení Start-Stop systému v praxi .....	15
2.3 Rekuperace .....	17
2.3.1 Princip rekuperace .....	17
2.4 Použití systémů .....	18
2.5 Schéma zapojení .....	19
2.6 Umístění systému v automobilu .....	19
2.7 Komunikace datové sběrnice CAN .....	20
2.8 Komponenty patřící k systému .....	21
2.8.1 Baterie .....	21
2.8.2 Alternátor .....	21
2.8.3 Startér .....	22
2.8.4 Snímač napětí akumulátoru BTM (BatterieDatenMonitoring) .....	22
2.8.5 DC/ DC transformátor napětí (Direct Current=stejnoseměrný proud) .....	23
2.8.6 Další potřebné členy a již zabudované snímače .....	23
3 Identifikace vlivů .....	26
3.1 Testování Alfa-Romeo MiTo .....	26
3.2 Porovnání baterií .....	26
3.3 Porovnání startérů .....	27
3.4 Porovnání alternátorů .....	28
3.5 Podmínky aktivace systému - vypnutí motoru .....	28
3.6 Podmínky pro deaktivaci systému – motor se rozběhne .....	29

3.7	Podmínky pro přerušení funkce - motor se nezastaví .....	29
4	Experimentální část .....	30
4.1	Experiment po městě.....	30
4.1.1	Popis metodiky měření .....	30
4.1.2	Určení množství spotřebovaného paliva.....	31
4.1.3	Mapa měření .....	39
4.1.4	Naměřené hodnoty .....	41
4.1.5	Vypočtené hodnoty .....	42
4.2	Experiment mimo město .....	43
4.2.1	Naměřené hodnoty .....	43
4.2.2	Vypočtené hodnoty .....	44
4.3	Srovnání .....	45
4.4	Jízda po dálnici.....	46
4.5	Experimentální výpočet .....	46
4.6	Experimentální adaptace systému- využití mimo městský provoz .....	47
4.6.1	Postup měření .....	47
4.7	Zhodnocení experimentu.....	53
5	Provozní hodnocení a zkušenosti .....	54
5.1	Stížnosti zákazníků a postřehy ze servisů .....	54
5.2	Porovnání cen jednotlivých komponentů .....	54
5.3	Výpočet návratnosti .....	55
5.4	Ekologická úspora.....	61
5.5	Výhody a nevýhody .....	62
5.6	Zhodnocení.....	62
5.7	Uplatnění Start-Stop systému.....	63
5.8	Anketa ADAC .....	63

6	Závěr .....	64
7	Seznamy .....	66
7.1	Seznam tabulek .....	66
7.2	Seznam obrázků .....	66
7.3	Seznam příloh .....	67
8	Zdroje informací .....	68
8.1	Internetové zdroje a materiály automobilek.....	68
8.2	Použitá literatura .....	69
9	Přílohy .....	70



## Použité značení:

SSS	Start-Stop systém	
BTM	modul baterie (BatterieDatenMonitoring)	
CAN	sběrnice palubní sítě	
LIN	pomalá sběrnice palubní sítě	
DC/ DC	transformátor napětí (Direct Current=stejnoseměrný proud)	
ECU	řídící jednotka motoru	
ADAC	zkratka německého Autoklubu	
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý	
AGM	typ baterie	
$\emptyset sp_h$	$\emptyset$ spotřeba paliva aut. za 1 hod. při provozu na volnoběh	[litr]
$C_p$	cena za 1 litr paliva	[Kč]
$D_{p5}$	počet pracovních dnů po dobu 5 let	[den]
$Eu$	úspora emisí emise CO <sub>2</sub> na zvolené km	[kgCO <sub>2</sub> ]
$Eu_{km}$	úspora emisí emise CO <sub>2</sub> na jeden km	[gCO <sub>2</sub> ]
$F_{tu5}$	možná finanční úspora	[Kč]
$Fu_{navr}$	finanční úspora vztaženo na km	[Kč]
$Fu_{navr}$	finanční úspora vztaženo na km	[Kč]
$G_{km}$	emise CO <sub>2</sub> na jeden km	[gCO <sub>2</sub> /km]
$G_{kmSSS}$	emise CO <sub>2</sub> na jeden km se SSS	[gCO <sub>2</sub> /km]
$G_l$	emise CO <sub>2</sub> z 1 litru benzínu	[gCO <sub>2</sub> /l]
$K_d$	určený koeficient	[-]
$Km_{di}$	průměrná hodnota nájezdu km v 1 daný měsíc	[h: min]
$Kn_5$	přibližné určení najetých km za dobu 5 let	[km]
$K_{so\ i}$	určený koeficient zapnutí SSS	[-]
$K_{so2}$	určený koeficient zapnutí SSS	[-]
$K_{stk}$	délka stání za 1 km rozvozu	[km * min <sup>-1</sup> ]
$L_{Vzd}$	kilometrická vzdálenost	[km]
$L_{l1}$	délka jednotlivých linek	[min]
$L_{lc}$	duma nájezdu km na všech linkách	[min]
$Nk_{vr}$	nájezd km kdy se náklady vrátí vztaženo na palivo	[Kč]
$Pc_{SSS}$	pořizovací cena SSS	[Kč]
$P_{tu5}$	teoreticky uspořené palivo	[l]
$Sp1_t$	tabulková spotřeba po městě bez SSS při testu	[l]
$Sp2_t$	tabulková spotřeba po městě se SSS při testu	[l]

$Sp_r$	rozdíl spotřeby paliva	[l]
$Sp_{rt}$	rozdíl spotřeby paliva při testu AutoBild	[l]
$T_l$	čas strávený na jednotlivé lince	[h: min]
$T_{m1}$	nevyužitý čas motoru na 1 lince	[km]
$T_{mc}$	celkový nevyužitý čas motor	[km]
$T_{tu5}$	teoreticky uspořené čas	[hod]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]
$lp_{SSS}$	teoretická vzdálenost na 1 litr paliva při použití SSS	[km]
$sp_{hi}$	spotřeba paliva aut. za 1 hod. při provozu na volnoběh	[litr]
$t_{ci}$	celkový čas jízdy	[ min]
$t_k$	čas na konci	[h : min]
$t_{sc}$	celková doba stání	[min]
$t_{si}$	délka jednotlivých stání	[s]
$t_z$	čas na začátku	[h : min]
$up_{100km}$	úspora paliv na 100 km jízdy	[l]
$up_{km}$	úspora paliv na 1 km jízdy	[dl]
$up_{kmf}$	úspora paliv na 1 km jízdy	[Kč]
$us_f$	úspora financí na 100 km jízdy	[Kč]
$us_{fdl}$	úspora financí dlouhodobá 100 km jízdy	[Kč]
$\emptyset Km_d$	průměrná hodnota nájezdu km	[km]
$\emptyset v_s$	průměrná rychlost po městě bez stání	[km/h]
$\emptyset v$	průměrná rychlost po městě	[km/h]
$C_p$	cena paliva	[Kč]
$Mdo$	možné další opravy	[Kč]
$Pl$	počet let určených pro výpočet	[—]
$Rb$	rozdíl cen baterií	[Kč]
$Sp1$	tabulková spotřeba po městě bez SSS	[l]
$Sp2$	tabulková spotřeba po městě se SSS	[l]
$Vfu$	výsledná finanční úspora	[Kč]
$lp$	vzdálenost na jeden litr paliva	[km]
$mp$	množství natankovaného paliva	[l]
$sp$	průměrná spotřeba na 100 km	[l/100km]
$up$	potencionálně uspořené palivo	[l]



# 1 Úvod

V této bakalářské práci se budu věnovat Start –Stop systému, hodnocení, komponentům potřebných pro provoz tohoto systému a ekonomické zhodnocení Start-Stop systému. Experimentálně budu ověřovat, zda má Start-Stop systém (dále SSS) uplatnění i jinde než v městském provozu.

Když se podíváme do historie, tak automobily se Start-Stop systémem nejsou vlastně žádnou novinkou. Už v roce 1981 bylo v Německu možné koupit Volkswagen Golf FormelE. Jednalo se o auto, které do sériové výroby přivedl šéf vývojového oddělení automobilky Volkswagen prof. Ernst Fiala. Jenže v tehdejší době byl Golf E „propadákem“, doba ještě nebyla zralá – benzín byl podstatně levnější, ekologické problémy týkající se emisí byly teprve v počátku

## 1.1 Důvod zavedení Start-Stop systému do provozu

Dnes se stále více automobilů vybavuje Start-Stop systémem. Důvodem je celosvětový trend snížení spotřeby a tím i emisí. Velmi jednoduchého, avšak výrazného snížení průměrné spotřeby lze docílit díky momentům, kdy auto stojí. Podrobit motor jednoduchým úpravám je pro výrobce finančně mnohem efektivnější, než konstrukce úplně nového agregátu.

Mnozí z nás mají v hlavě ještě to, co se učili před mnoha lety v autoškole. Na semaforu se motor nevypíná. Tehdy se říkalo: časté startování zvyšuje spotřebu a tím i podíl zplodin ve výfukových plynech – což byla pravda, ale toto tvrzení platilo u vozidel s karburátorem, kterých je za posledních 20 let stále méně a méně. Druhý argument býval, že časté startování zničí startér a akumulátor – to platí i nadále. Ale ne v případě, že máte auto vybavené systémem Start-Stop. Ten Vám auto na semaforu prostě sám vypne a poté opětovně nastartuje.



## 2 Technická řešení start – stop systému u silničních vozidel

V této kapitole se věnuji vlastní funkci Start-Stop systému a převádím systém v praxi. Dále vysvětlím pojem rekuperace a použití Start-Stop systému.

### 2.1 Popis funkce Start/Stop.

Funkce SSS se dá v pár slovech popsat takto: „Když stojím, šetřím palivo, životní prostředí a v neposlední řadě šetřím své peníze“. Je to logické: Palivo spotřebovává pouze motor, který je nastartovaný a pokud zrovna stojím, vůbec by nemusel být v provozu. Tím se přece dá ušetřit dost paliva. Vůz vybavený systémem Start-Stop může neinformovaného řidiče napoprvé zaskočit. Po zastavení vozu – například na semaforech – se totiž motor sám od sebe vypne. V tomto případě se však nejedná o výrobní vadu, takže není nutné propadat panice. Účelem systému Start-Stop je minimalizovat spotřebu paliva v situacích, kdy spalovací motor konvenčních automobilů zůstává v činnosti, aniž by poháněl vozidlo. V praxi k takovému plýtvání palivem dochází především v hustém městském provozu s častým zastavováním a opětovným rozjížděním. Hlavním cílem konstruktérů bylo zaručit spolehlivou funkci po celou životnost vozu a zachovat vysokou úroveň komfortu, na níž jsou řidiči vozů zvyklí. Zapnutou funkci SSS signalizuje kontrolka na displeji sdružených přístrojů. Řidič má možnost SSS kdykoli vyřadit z provozu tlačítkem na palubní desce. Motor zhasne až po úplném zastavení vozidla, vyřazení na neutrál a uvolnění pedálu spojky. Na displeji sdruženého přístroje se objeví nápis Start-Stop a odpovídající symbol, který zmizí po opětovném spuštění motoru.

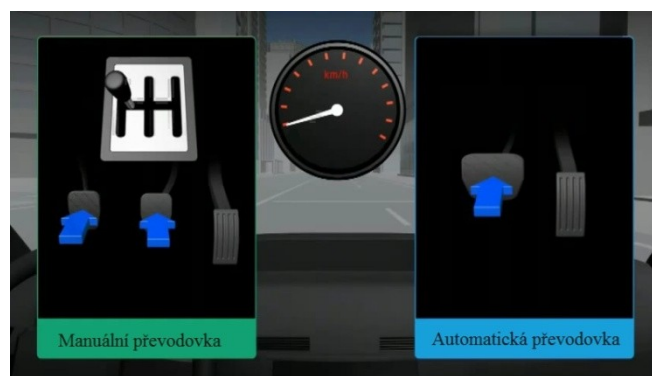
Přestože to zní velmi jednoduše, tak jednoduché to technologicky není. Je zapotřebí komponenty a úpravy, o kterých si blíže zmiňuji v této práci.

Řidič přijíždí k světelné křižovatce, okružní křižovatce, tramvajové zastávce či jiné překážce, u které stráví čas čekáním. Automobil bude mít nulovou rychlost a právě v tu chvíli aktivovaný SSS začne vykonávat svou práci.

Zdroj: [2]

## 2.2 Předvedení Start-Stop systému v praxi

- 1) Řidič přijíždí ke křižovatce, zmáčkne brzdový pedál, spojkový pedál (u automatické převodovky pouze stojí na brzdovém pedálu) a vyřadí rychlost. V tento okamžik řídící jednotka vyhodnotí situaci a pokud jsou splněny všechny podmínky pro vypnutí motoru, motor se vypíná. Od zastavení automobilu po vypnutí motoru uběhne doba 0,8-3 sekundy, zaleží na výrobci systému.



Obr.č.1 Aktivace SSS . Zdroj: [2]

- 2) Vypínání motoru probíhá za pomoci odpojení vstřikování paliva, brzdného momentu alternátoru a uzavření škrticí klapky.



Obr.č.2 Vypínání motoru. Zdroj: [2]

- 3) Řídící jednotka SSS nebo řídící jednotka motoru pomocí dat získaných z čidla natočení úhlu klikové hřídele vypočte brzdný moment alternátoru, následně dojde k vyrovnání objemu vzduchu ve válcích, které se zrovna nacházejí v kompresní fázi čtyřdobého cyklu s objemem vzduchu ve válcích ve fázi expanze. Dobu zastavení řidič ani nepostřehne, protože je v rozmezí od 0,3 až po 0,7 sekundy.



Obr.č.3 Ustálení pístů v 1 rovině. Zdroj: [2]

4)



Obr.č.4 Start pomocí expanze a startéru. Zdroj: [2] Obr.č.5 Klasický start pomocí startéru. Zdroj: [2]

Po sešlápnutí spojkového pedálu dojde ke znovuspuštění motoru. V době, když řidič řadí rychlost, motor už běží.

Na obrázku č. 4 vidíme, že start motoru probíhá z ideální pozice pro rozběhnutí. Hned v první zlomky sekundy probíhá vstříknutí, rozprášení a zažehnutí (vznícení) paliva ve válci, který je připraven pro expanzi. Právě v tomto okamžiku pomocný točivý moment elektrostartéru je přenášen na klikovou hřídel, čímž napomáhá rozběhu motoru. Celý proces startu trvá 0,35 sekundy.

Na obrázku č. 5 je znázorněn start motoru klasickým způsobem. Tento start trvá u čtyřválcového motoru přibližně 0,7 sekund, což je dvojnásobný čas startu motoru oproti startu motoru s SSS.



## 2.3 Rekuperace

Za normálních podmínek by se kinetická energie přeměnila v tepelnou energii brzdného účinku.

Rekuperace v dopravních prostředcích je proces přeměny kinetické energie zpět na využitelnou elektrickou energii. Tato energie se buď ukládá do zásobníku el. energie (baterie) přímo v dopravním prostředku nebo se vrací do zdrojové soustavy.

Systém rekuperace ve Start-Stop systému funguje jako další prvek, který je začleněn do systému. Použitím rekuperace brzdné energie ušetříme 2% paliva. Zdroj [1]

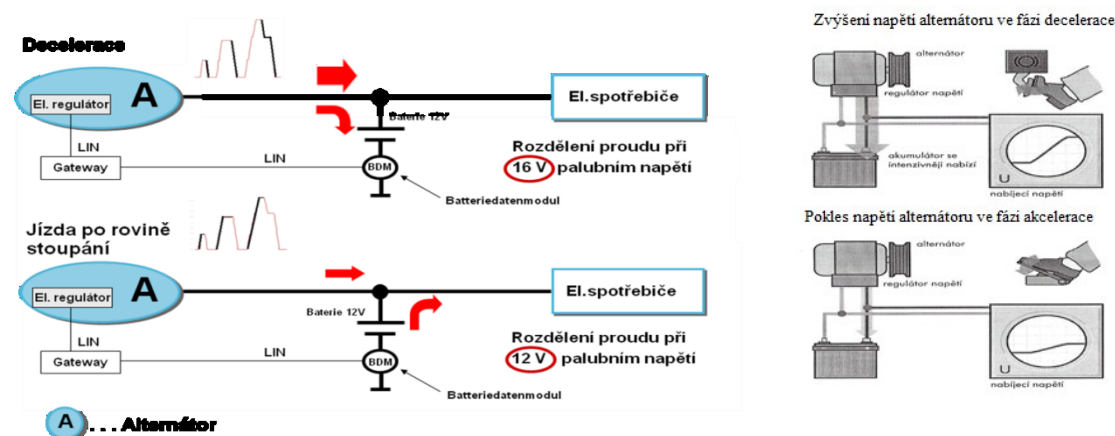
### 2.3.1 Princip rekuperace

#### Akcelerace

Při akceleraci (rozjezd) se řízený alternátor odlehčuje úběrem napětí a zásobování palubní sítě je realizováno z velké části energií z akumulátoru a jen minimálně přímo z alternátoru. Odlehčí se tak motor a sníží se tak spotřeba paliva.

#### Decelerace

Při deceleraci (brzdění) dochází k nárůstu napětí na alternátoru, tím se zvýší odběr momentu z motoru, podporuje se brzdění vozidla a více se nabíjí akumulátor.



Obr.č.4 Rekuperace. Zdroj: [1]

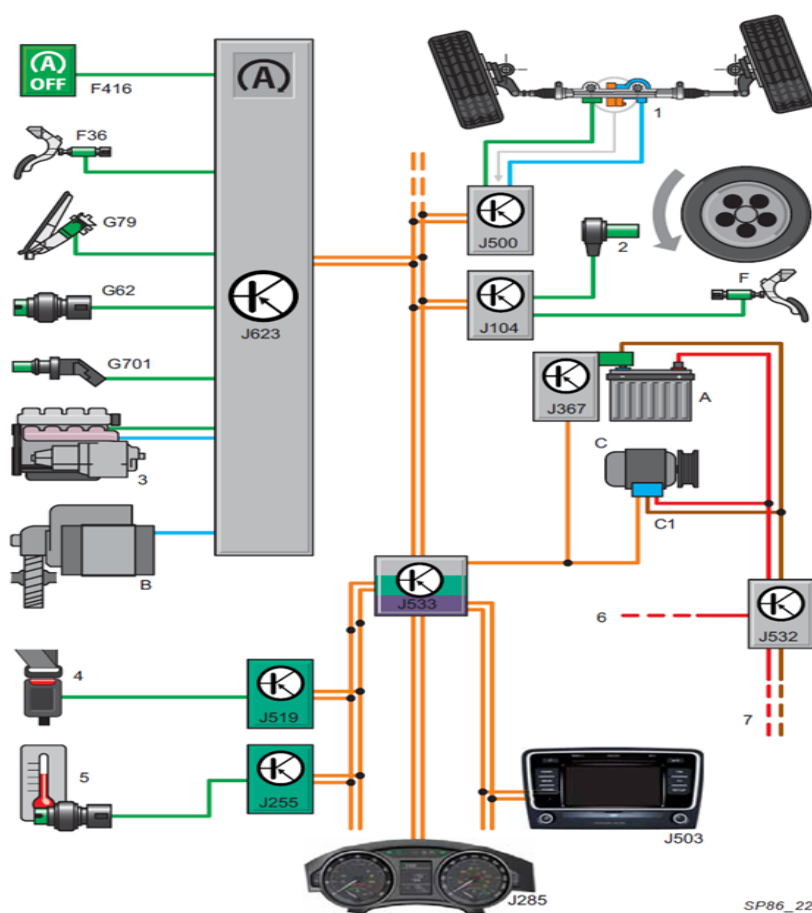
Vše je řízeno řídicí jednotkou motoru. Je zapotřebí (LIN) řízený alternátor a snímač napětí akumulátoru BTM. Pokud by došlo k poklesu napětí na akumulátoru na minimální hodnotu, řídicí jednotka rekuperaci nepustí k činnosti.

## 2.4 Použití systémů

SSS je nejvíce aplikován na tří a čtyřválcové motory. Je vhodný jak pro vznětové tak zážehové motory, jeho konstrukce je stejná pro oba typy paliva. Pro šest a více válcové motory se tento systém začal používat až v poslední době. Dřívější konstrukce startování nevyužívající energie vstříknutého paliva a expanze způsobovala u více než čtyřválcových motorů velké problémy a délka startování byla 2-3 sekundy. Tuto technologii startování nicméně používají dodnes některé korejské automobilky.

Použití SSS bylo zprvu realizováno u automobilů s manuální převodovkou, protože u automatických převodovek byl problém s kapalinovou spojkou. Tento problém je však vyřešen. Automatická a manuální převodovka mají rozlišný způsob ovládání. U automatické převodovky se nevyřazuje na neutrál, pouze se stojí na brzdovém pedálu oproti manuální převodovce, kde je nutno sešlápnout spojkový pedál a vyřadit rychlostní stupeň. Počáteční konstrukční problémy byly vyřešeny a systém je možné realizovat u všech druhů převodovek osobních automobilů.

## 2.5 Schéma zapojení



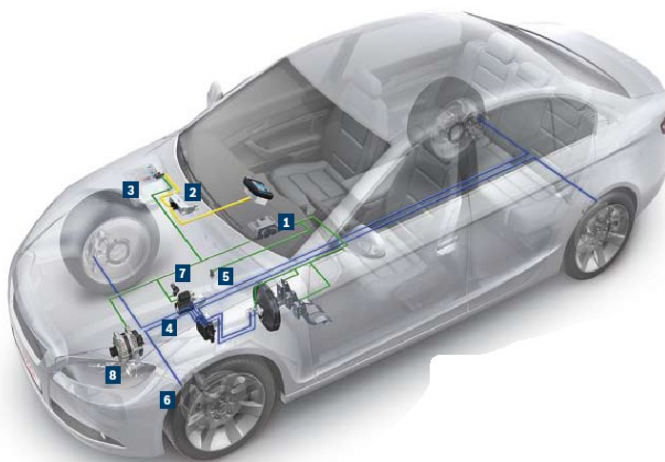
### Legenda uspořádání systému na příkladu manuálně řazené převodovky

- A akumulátor
- C alternátor
- C1 regulátor napětí
- B spouštěč
- F spínač brzdových světel
- F36 spínač pedálu spojky
- F416 tlačítkový spínač provozu start-stop
- G62 snímač teploty chladicí kapaliny
- G79 snímač polohy pedálu plynu
- G701 spínač neutrálu převodovky (pouze při manuální převodovce)
- J104 řídicí jednotka ABS
- J255 řídicí jednotka Climatronic
- J285 řídicí jednotka v panelu přístrojů
- J367 řídicí jednotka sledování akumulátoru se snímačem akumulátoru
- J393 centrální řídicí jednotka systému komfort
- J500 řídicí jednotka posilovače řízení
- J519 řídicí jednotka palubní sítě
- J532 stabilizátor napětí
- J533 diagnostické rozhraní pro datové sběrnice
- J623 řídicí jednotka motoru
- J791 řídicí jednotka navigačního parkovacího asistenta

Obr.č.5 Schéma systému. Zdroj: [1]

## 2.6 Umístění systému v automobilu

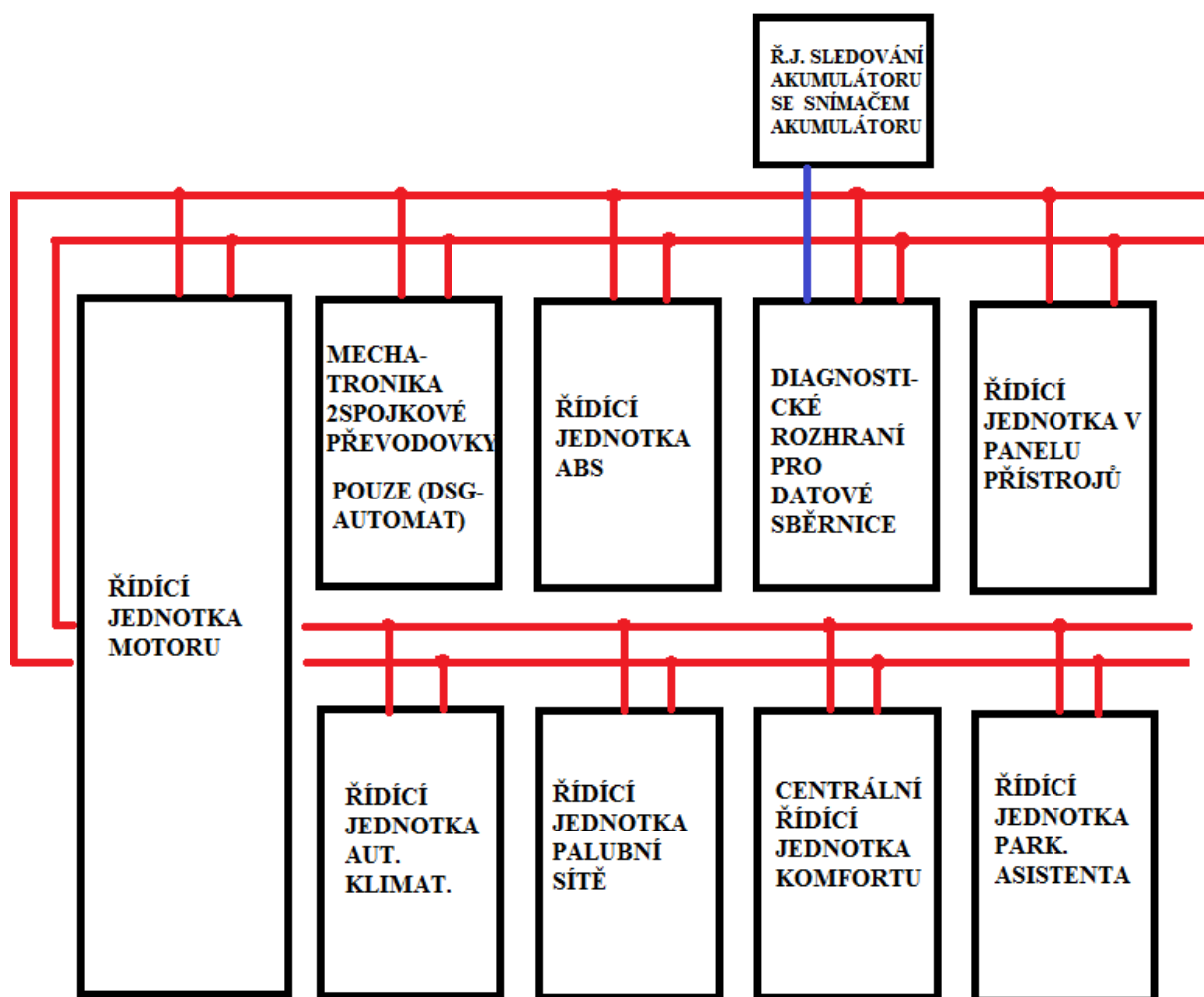
1. Řídicí jednotka SSS integrována do ř.j. motoru
2. 12V DC/DC měnič
3. Senzor baterie
4. Startér
5. Čidlo polohy neutrálu
6. Čidlo polohy pedálů
7. Čidlo polohy klikové hřídele
8. Alternátor řízený pomocí (LIN)



Obr.č.6 Rozložení systému v automobilu . Zdroj: [1]

## 2.7 Komunikace datové sběrnice CAN

Na tomto obrázku je zobrazena spolupráce řídicích jednotek na Sběrnici CAN. Podrobnější schéma a výpis jednotlivých signálů nalezneme v přílohách pod označením E.



Obr.č.7 Komunikace na datové sběrnici CAN. Zdroj: [1]

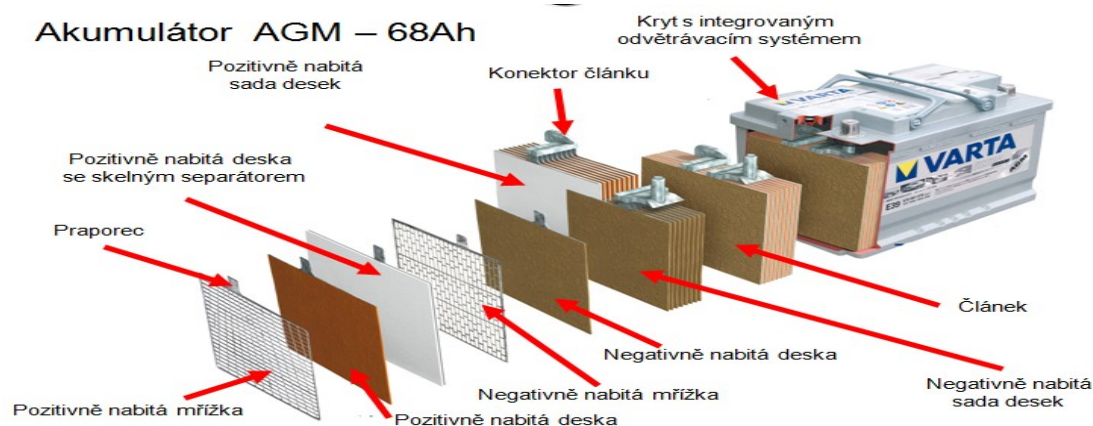
Na schématu je zobrazeno propojení řídicích jednotek na sběrnici CAB (červeně) a modul BDM připojený na baterii je propojen s řídicí jednotkou přes pomalejší sběrnici LIN (modře).

## 2.8 Komponenty patřící k systému

Při Start-Stop systému pracují upravené komponenty ale i další komponenty, které slouží pouze k odebrání signálu. V této kapitole jsou uvedené pouze nejdůležitější z těchto komponentů.

### 2.8.1 Baterie

Do SSS se používá autobaterie typu AGM=Absorbed Glass Matt. Vyznačuje se odolností proti vibracím a nízkým stupněm samovybíjení. Elektrolyt není v kapalném skupenství. Jednotlivé články baterie obsahují tzv. skelné rouno neboli vatu, do kterého se elektrolyt po naplnění článku, „vsákne“. I když baterie typu AGM podléhá větší námaze, její střední doba do poruchy je srovnatelná se střední dobou do poruchy u klasické olověné baterie stejné velikosti a výkonu. Což je pro tento systém žádoucí a přínosné.



Obr.č.8 Akumulátor typu AGM – Varta. Zdroj: [4]

### 2.8.2 Alternátor

(LIN)-řízený alternátor-regulátor. Funkce (LIN) regulátoru spočívá v dynamické kontrole výkonu a točivého momentu. Alternátor je řízený řídicí jednotkou automobilu, která obsahuje program správy napájení a napájení palubní sítě. Dynamické řízení alternátoru umožňuje lepší elektrickou účinnost systému a snižuje volnoběžné otáčky motoru pro větší úsporu paliva.

Na rozdíl od staršího typu alternátoru, který fungoval jako generátor, LIN- řízený regulátor nabízí integrované programovatelné funkce: odezvy ovládání, programovatelné buzení proudu a regulátor reakce. Jako další výhoda LIN řešení je, že je určen pro kompatibilitu až s 15 dalšími moduly na sběrnici a všechny údaje mohou být předávány nebo obdržovány v jediném výstupu.



Obr.č.9 LIN alternátor. Zdroj: [9]

### 2.8.3 Startér

Startér má posílenou životnost ze 45 000 startů na 250 000 startů. Je také zvýšen výkon startéru, který se sice u jednotlivých výrobců liší, ale přibližná hodnota zvýšení je u zážehových motorů o 0,5 kW, u vznětových o 1,2 kW. Pro zlepšení kvality a funkčnosti startéru bylo zapotřebí provést další úpravy pro pozitivní dopad na životnost startéru. Byla zkonstruována kvalitnější ložiska, zpřesnila se kvalita výroby u planetového převodu i pastorku. Připojovací mechanika byla vyrobena z kvalitnějšího materiálu, komutátor se optimalizoval pro větší výdrž. Další úprava se týkala zmenšení převodu mezi setrvačníkem a pastorkem startéru. Zdroj [6]



Obr.č.10 Startér. Zdroj: [6]

### 2.8.4 Snímač napětí akumulátoru BTM (BatterieDatenMonitoring)

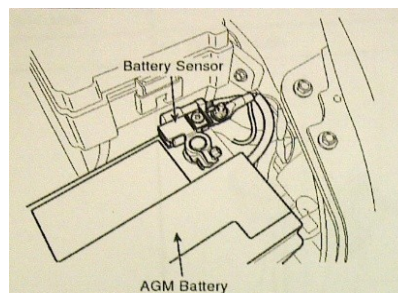
Snímač akumulátoru zjišťuje následující hodnoty:

- Teplotu akumulátoru
- Napětí akumulátoru
- Nabíjecí proud

Teplota akumulátoru se zjišťuje na základě pole charakteristik a teploty okolí. Dovoluje také činit závěr o době zatížení akumulátoru.

Pomocí získaných dat lze přizpůsobit regulaci nabíjení, mj. nabíjecí napětí, stavu nabití a provozního stavu akumulátoru. Cílem je zvýšit použitelnost Start-Stop systému podrobným vyhodnocováním dat startovacího akumulátoru.

Zdroj: [1]

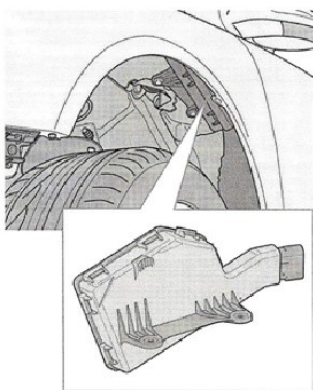


Obr.č.11 Snímač napětí akumulátoru. Zdroj: [1]



### 2.8.5 DC/ DC transformátor napětí (Direct Current=stejnoseměrný proud)

Toto zařízení je řízené řídicí jednotkou motoru nebo řídicí jednotkou SSS po datové sběrnici LIN a elektrickou palubní sítí. Zařízení má výkon 180 W (u různých výrobců se může mírně lišit, ale podstata je stejná). Úkolem tohoto zařízení je stabilizovat napětí v palubní síti na přibližně 12V. Je to zapotřebí, protože z důsledků vysokých startovacích proudů by docházelo k poklesu napětí v síti a palubní systémy jakož jsou satelitní navigace, rádio a jiné elektrické spotřebiče ve vozidle by byli bez proudu, nebo jen s malým množstvím proudu a docházelo by k vypínání těchto spotřebičů. Byl by to rušivý element komfortu a navíc by docházelo k zápisu chyb (nízké napětí palubní sítě, příliš slabý signál) do paměti řídicí jednotky. Zdroj: [1]



Obr.č.12 Umístění DC/DC transformátoru v podběhu kola VW Passat. Zdroj: [1]



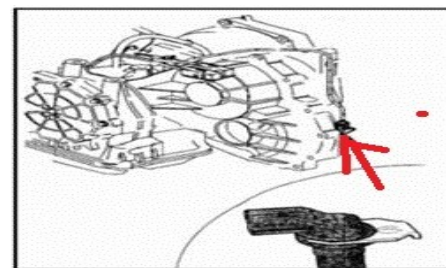
Obr.č.13 Umístění DC/DC transformátoru pod sedadlem spolujezdce (Škoda Fabia) Zdroj: [1]

### 2.8.6 Další potřebné členy a již zabudované snímače

Z těchto členů bere řídicí jednotka potřebné signály a naměřené veličiny.

#### a) Snímač polohy řadicí páky (snímač zařazeného rychl. stupně)

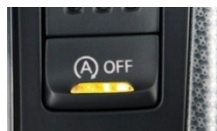
Dává řídicí jednotce signál, zda je zařazen neutráل nebo rychlostní stupeň.



Obr.č.14 Umístění snímače zařazeného rychl. stupně na převodovce. Zdroj: [1]

## b) Vypínač Start-Stop systému umístěný na palubní desce

Řidič může Start-Stop systém vypnout.



Obr.č.15 Vypínač Start-Stop systému.  
Zdroj: [1]

## c) Informační panel

Je umístěn v kapličce sdružených přístrojů. Poskytuje řidiči informaci o aktivaci či deaktivaci Start-Stop systému.



Obr.č.16 Informační panel. Zdroj: [1]

## d) Snímač otevření dveří, snímač otevřené kapoty

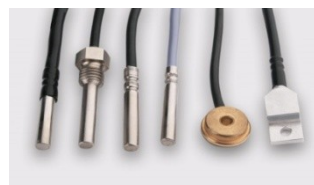
Jedná se bezpečnostní prvek. Řidič nesmí opustit vozidlo, pokud by byl systémem vypnut motor. U otevření kapoty hrozí poranění o rotující části.



Obr.č.17 Snímač otevřených dveří.  
Zdroj: [9]

## e) Snímač teploty v kabině, venkovní teploty a teploty chladicí kapaliny

Dává informaci řídicí jednotce motoru o teplotě venku, teplotě v kabině a teplotě v chladicím okruhu.



Obr.č.18 Teplotní snímače.  
Zdroj: [9]



#### f) Snímač polohy brzdového a spojkového pedálu

Tyto snímače mají spínací a rozpínací charakter a informují řídicí jednotku o poloze pedálu.



Obr.č19 Snímač polohy pedálů. Zdroj: [9]

#### g) Snímač otáček klikového hřídele

Snímá úhel natočení klikového hřídele. Tento snímač je přesnější oproti automobilu bez Start-Stop systému.



Obr.č.20 Snímač otáček klikového hřídele. Zdroj: [9]

#### h) Panel nastavení klimatizace

Z tohoto panelu se berou informace, zda není zapnuto odmrazování oken, nebo klimatizace nejede na plný výkon.



Obr.č.21 Panel Aut. Klimatizace . Zdroj: [9]

#### ch) Řídicí jednotky

Pro tento systém je třeba řídicí jednotka, která je buď integrovaná v řídicí jednotce automobilu (dále jen ECU), nebo samostatná a na ECU jen napojená. Dalším prvkem je řídicí jednotka dobíjení akumulátoru a řízení alternátoru, taktéž může být integrována do ECU nebo zvlášť.

Podle mého názoru jsou výhodnější dvě řídicí jednotky, protože když dojde k poškození či poruše jedné jednotky, je výměna levnější, než když jsou jednotky dohromady



Obr.č.22 Řídicí jednotka. Zdroj: [1]

### 3 Identifikace vlivů

Start-Stop systém používá nestandardní součásti. V této kapitole se věnuji porovnání hlavních součástí potřebných k provozu a identifikuji vlivy pro správnou funkci Start-Stop systému.

#### 3.1 Testování Alfa-Romeo MiTo

Před začátkem sériové výroby automobilů procházejí automobily mnoha testy. U automobilu Alfa Romeo MiTo proběhlo testování ze Start-Stop systémem a bez systému na 2 500 000 kilometrech zaměřené na poruchy motoru. Vozy se SSS oproti vozům bez SSS nezaznamenaly nárůst poruch motoru.

#### 3.2 Porovnání baterií

Byly srovnány dvě baterie, jedna použitá u automobilu se Start-Stop systémem druhá bez SSS u stejného druhu a motorizace automobilu.

**Tab. č.1 Porovnání baterií. Zdroj: [4]**

Baterie	Varta ULTRA Dynamic (AGM) Použita u SSS	VARTA SILVER Dynamic Bez SSS
Kapacita [Ah/20hod]	70	74
Startovací proud [A]	760	750
Napětí [V]	12	12
Hmotnost [kg]	22	18
Typ	bezúdržbová	bezúdržbová
Délka [mm]	278	278
Šířka [mm]	175	175
Výška [mm]	190	175
Cena [KČ]	3790	2140

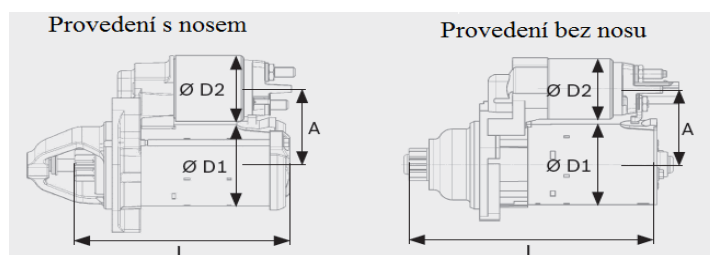
Porovnávané hodnoty nám ukazují skoro dvojnásobnou pořizovací cenu baterie pro SSS. Další odchylku nalezneme ve výšce a váze baterie. Výrobce udává u obou baterií přibližně stejnou dobu do poruchy.

### 3.3 Porovnání startérů

Pro porovnání startérů jsem zvolil jednoho výrobce a to je firma Bosch. Porovnávám zde startéry určené pro automobily se SSS oproti startérům pro automobily bez SSS. Jeden typ startéru je určen pro zážehové motory a druhý pro motory vznětové.

**Tab.č.2 Porovnání startérů. Zdroj [6]**

Výrobce		Bosch				
		Provedení	Se SSS	Bez SSS	Se SSS	Bez SSS
Typ			SC 70-M	R 70-M	SC 78-M	R 78-M
Určeno pro			Zážehový motor		Vznětový motor	
Výkon startéru	[kW]		1,2	2	2	3,1
Napětí	[V]		12	12	12	12
Hmotnost	[kg]	s nosem	2,9	2,65	4,3	4,1
	[kg]	bez nosu	3,1	3	4,7	4,4
Délka (L)	[m]	s nosem	170	152	190	168
	[m]	bez nosu	201	185	220	220
Domek elektromotoru Ø (D1)	[mm]		70	70	78	78
Relé Ø (D2)	[mm]		52,5	52,5	52,5	56,5
Osová vzdálenost domku a relé (A)	[mm]		65,5	65,5	71	71,5
Maximální baterie	[Ah/A]		66/300	66/300	143/570	143/570



**Obr.č.23 Startér s nosem a bez nosu. Zdroj: [6]**

Startéry určené pro SSS mají nárůst hmotnosti a výkonu. Toto je zapříčiněno použitím kvalitnějších ložisek a materiálů. Také je vidět nárůst výkonu.

### 3.4 Porovnání alternátorů

Jsou porovnány dva typy alternátoru stejné velikosti, jeden určený pro Start-Stop systém a druhý klasický. Alternátor pro použití u SSS je řízený (LIN) , druhý alternátor je klasický analogový regulátor.

**Tab.č.3 Porovnání alternátorů. Zdroj :[5]**

Určení	Pro SSS	Bez SSS
Výrobce	Iskra	Iskra
TYP	BAS Systém	AANCompact
Jmenovité napětí [V]	14	14
Jmenovitý proud [A]	150	150
Průměr statoru [mm]	142	142
Maximální počet otáček (stálé / krátký čas) [ot/min]	18 000 / 20 000	15 000 / 18 000
Teplota použití [°C]	(-40 - + 125)	(-40 - + 110)

Z výsledků porovnání dvou stejně velkých alternátorů je vidět u alternátoru určeného pro SSS nárůst použitelných (maximálních) otáček rotoru a zvýšenou hodnotu teploty použití. Je to způsobeno použitím lepších materiálů a použitím kvalitnějších ložisek.

Alternátory jsou ve své podstatě stejné, rozdíl je pouze v zapojení elektroinstalace, kdy alternátor použitý pro SSS je řízen digitálně a alternátor pro použití bez Start-Stop systému je řízen analogově. Při dnešním uplatňování rekuperace se opouští od řízení alternátoru analogově, protože není možné regulovat točivý moment na vstupní hřídeli alternátoru.

### 3.5 Podmínky aktivace systému- vypnutí motoru

Vozidlo stojí (rychlost = 0km/h ).

Otáčky motoru jsou pod hranicí 1200 otáček za minutu.

Teplota chladicí kapaliny je mezi 25°C až 100°C.

Brzdový podtlak je vyšší než 55 kPa.

Akumulátor je dostatečně silný - je schopen pokrýt spotřebu energie pro opětovné spuštění motoru vypočítanou před vypnutím motoru (predikce startovacího napětí).

Teplota akumulátoru je mezi -1°C a 55°C.

Požadavek na klimatizaci není příliš vysoký-rozdíl mezi požadovanou teplotou a skutečnou teplotou vystupujícího vzduchu je menší než 8°C.

Filtr pevných částic není v regeneraci ( pouze u vznětových motorů).

Zapnutý pás – řidič je připoután bezpečnostním pásem.

Zavřené víko motorového prostoru.

Zavřené dveře řidiče.

Řadící páka se nachází v poloze neutrál.

Sešlápnutá brzda .

### **3.6 Podmínky pro deaktivaci systému –motor se rozběhne**

Vozidlo se rozjede na rychlost větší než 3 km/h.

Teplota chladicí kapaliny není mezi 25-100°C.

Podtlak není dostatečný menší než 55 kPa.

Stav akumulátoru není dostatečný.

Požadavek na komfort je příliš vysoký.

### **3.7 Podmínky pro přerušení funkce - motor se nezastaví**

Před zastavením bylo aktivní ABS.

Systém je vypnut tlačítkem Start-Stop.

Nedostatečně nabitá baterie.

Zapnutá funkce vyhřívání čelního skla, funkce odmrazování.

Teplota nastavení na ovladači klimatizace se liší o více než 8°C od skutečné teploty vnitřního prostoru.

Otáčky vyšší jak 1200 otáček za minutu.

Závada na alternátoru nebo jiná závada.

## 4 Experimentální část

V experimentální části se věnuji experimentálnímu měření při jízdě po městě, mimo město, dále experimentálnímu uplatnění Start-Stop systému pro vozidlo určené k rozvozu jídla mezi vesnicemi.

### 4.1 Experiment po městě

V experimentální části jsem prováděl dva typy měření. Z prvního jsem určil, jakou by tvořila úspora paliva na 1km jízdy v různých denních typech provozu, o kolik by se prodloužil dojez automobilu na 1 litr paliva a další veličiny. Měření probíhalo po městě, v ranní dopravní špičce, v odpolední dopravní špičce a ve večerních hodinách. Další měření probíhalo na trase z okrajové části města do bydliště, taktéž v dopravní špičce a mimo špičku. Měření probíhalo oběma směry z okraje města do vesnice a naopak.

#### 4.1.1 Popis metodiky měření

Měření začalo v bodě 1 (Ostrava – Globus) natankováním plné nádrže automobilu a vynulováním ukazatele km. Při každém zastavení na křižovatce řízenou svislým dopravním značením nebo světelnou signalizací, před okružní křižovatkou, při výstupu spoluobčanů z tramvaje a pokaždé, když rychlost automobilu byla nulová a uplynuly dvě sekundy, jsem zapnul stopky, zapsal si stav km a místo, kde se právě nacházím. Při zmáčknutí spojkového pedálu a zařazení prvního rychlostního stupně jsem stopky vypnul a zapsal čas. Tento naměřený čas ukazuje, jak dlouho je motor zbytečně v chodu. Naměřený čas mě dále posloužil k určení množství spotřebovaného paliva, možnou finanční úsporu a hlavně jaké množství zbytečných emisí se vypustilo do ovzduší. Tato jízda byla uskutečněna 5 krát na stejném okruhu převážně po centru města, dvakrát v ranní dopravní špičce, dvakrát v odpolední dopravní špičce a jednou večer. Místa, kde jsem zastavoval a měřil, jsou zaznamenány v mapě pod čísly a u jednotlivých jízd jsou v tabulce vyznačena čísla, kde jsem stál. Dodržoval jsem všechny předpisy silničního provozu a hlavně rychlostní limity. Při každém objetí jedné trasy jsem doplnil palivo až po hrdlo nádrže, doplněné palivo znázorňovalo množství paliva, které jsem za jednu jízdu spotřeboval. Z celkového času a ujeté vzdálenosti jsem určil průměrnou rychlost jízdy na jeden okruh.

#### 4.1.2 Určení množství spotřebovaného paliva

Pro určení množství paliva, které bych ušetřil, kdybych měl SSS, jsem zkoumal na osobním automobilu Renault 19 rok výroby 1991, se zážehovým motorem o obsahu 1721ccm a výkonu 54kW. Výrobce udává kombinovaná spotřeba je 7,4 litrů na 100km. U automobilu bylo doplněno palivo do maximální kapacity nádrže. Spustil jsem motor a hodinu nechal běžet naprázdno. Po vypršení času byla nádrž opět dotankována do plna. Z množství paliva, které automobil spotřeboval, jsem určil hodnotu spotřeby paliva na jednu hodinu běhu motoru na prázdnou. Pro upřesnění výsledku byl pokus prováděn třikrát, byla zapnuta světla a spuštěná ventilace, abych reálněji nasimuloval městský provoz. Rozptyl jednotlivých měření byl 0,15 litrů paliva. Z těchto tří hodnot byl vytvořen průměr, s jehož hodnotou jsem nadále pracoval.

#### 1. Celkový čas jízdy

Je to doba znázorňující trvání jednoho okruhu po městě. Doba není v základních jednotkách soustavy SI, ale pro lepší výpočet je uváděna v minutách.

$$t_{ci} = t_k - t_z \quad (1)$$

Kde:

$t_{ci}$	celkový čas jízdy	[ min]
$t_k$	čas na konci	[h : min]
$t_z$	čas na začátku	[h : min]

#### 2. Celková doba stání

Tato doba je pro mě velice důležitá, vyjadřuje celkový čas, kdy jel motor na prázdnou a systém by byl aktivní. Suma je počítána v sekundách, následně převedena na vedlejší jednotky soustavy SI minuty.

$$t_{sc} = \sum t_{si} \quad (2)$$

Kde:

$t_{sc}$	celková doba stání	[ min]
$t_{si}$	délka jednotlivých stání	[s]

### 3. Spotřeba paliva automobilu za jednu hodinu při provozu na volnoběh

Tato spotřeba je určena pomocí měření, které jsem provedl 3 krát za sebou. Dotankoval jsem automobil až k hornímu okraji hrdla nádrže, zapnul jsem motor, rozsvítil světla a zapnul vnitřní ventilaci, abych nasimuloval provoz. Po hodině jsem automobil vypnul, znova dotankoval a množství dotankovaného paliva jsem zapsal. U tohoto měření mohlo dojít k nepřesnostem při přelévání paliva z kanystru do nádrže (ukápnutí paliva). Toto měření mohlo ovlivnit i stáří automobilu a občasné kolísání otáček. Tyto tři hodnoty byly následně zprůměrovány. S výslednou průměrnou hodnotou jsem dále pracoval.



Obr.č.24 Palivo dotankováno až k hrdlu nádrže. Zdroj: [Autor]

$$\bar{sp}_h = \frac{sp_{h1} + sp_{h2} + sp_{h3}}{3} \quad (3)$$

Kde:

$\bar{sp}_h$  průměrná spotřeba paliva automobilu za 1 hod. při provozu na volnoběh [litr]

$sp_{hi}$  spotřeba paliva automobilu za 1 hod. při provozu na volnoběh [litr]

Tab. č.4 Množství spotřebovaného paliva za 1 hodinu na volnoběh. Zdroj: [Autor]

Měření č.	[l]
$sp_{h1}$	0,93
$sp_{h2}$	0,78
$sp_{h3}$	0,83
Výsledná průměrná hodnota $\bar{sp}_h$ [l]	0,85

### 4. Ujetá vzdálenost

Tato vzdálenost byla ve všech měřeních stejná, rozptyl byl  $\pm 100$  metrů a na mé vypočtené hodnoty to nemá žádný vliv. Vzdálenost, se kterou jsem počítal v experimentu č. 1. Tato vzdálenost není v základních jednotkách soustavy SI.

$$l_1 = 36,5 \text{ km}$$

Kde:

$l_1$  ujetá vzdálenost [km]



## 5. Průměrná rychlost po městě

Tato průměrná rychlost je spočtena z ujeté dráhy a času stráveného na okruhu. Ve vztahu již zahrnut přepočet na odvozené jednotky soustavy SI.

$$\varnothing v = \frac{l_1 \cdot 60}{t_{ci}} \quad (4)$$

Kde:

$\varnothing v$	průměrná rychlost po městě	[km/h]
$t_{ci}$	celkový čas jízdy	[min]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]

## 6. Průměrná rychlost bez stání

Tato průměrná rychlost je vyjádřena podílem ujeté dráhy a času stráveného na okruhu. Od celkového času jízdy je odečtena celková doba stání. Ve vztahu je již zahrnut přepočet na odvozené jednotky soustavy SI.

$$\varnothing v_s = \frac{l_1 \cdot 60}{t_{ci} - t_{sc}} \quad (5)$$

Kde:

$\varnothing v_s$	průměrná rychlost po městě bez stání	[km/h]
$t_{ci}$	celkový čas jízdy	[min]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]
$t_{sc}$	celková doba stání	[min]

## 7. Množství natankovaného paliva

Palivo bylo dotankováno do plného stavu při každém objetí jednoho kola. Tankování probíhalo na benzínové stanici Globus v místě, kde začínal a končil můj okruh.

Kde:

$mp$	množství natankovaného paliva	[l]
------	-------------------------------	-----

## 8. Průměrná spotřeba

Tato spotřeba je určena z množství dotankovaného paliva a ujeté vzdálenosti. Spotřeba je vztažena na 100 kilometrů jízdy. Není v základních jednotkách SI.

$$sp = \frac{mp}{l_1} * 100 \quad (6)$$

Kde:

$sp$	průměrná spotřeba na 100 km	[l/100km]
$mp$	množství natankovaného paliva	[l]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]

## 9. Vzdálenost na jeden litr paliva

Vzdálenost jsem vypočetl z množství paliva spotřebovaného pro jednotlivý okruh. Výsledné jednotky jsou odvozené jednotky soustavy SI.

$$lp = \frac{l_1}{mp} \quad (7)$$

Kde:

$lp$	vzdálenost na jeden litr paliva	[km]
$mp$	množství natankovaného paliva	[l]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]

## 10. Potencionálně ušetřené palivo

Je to maximální možná hodnota ušetřeného paliva v případě nainstalování SSS do mého automobilu. Hodnota je dána podílem času, který jel motor zbytečně naprázdno a spotřeby paliva automobilu za jednu hodinu, při provozu na volnoběh. Ve vztahu je již zahrnut přepočet na základní jednotky soustavy SI.

$$up = \frac{t_{sc}}{60} * \emptyset sp_h \quad (8)$$

Kde:

$up$	potencionálně uspořené palivo	[l]
$t_{sc}$	celková doba stání	[min]

$\emptyset sp_h$  průměrná spotřeba paliva automobilu za 1hod. při provozu na volnoběh [litr]

## 11. Teoretická vzdálenost na 1 litr paliva při použití SSS

Tuto vzdálenost bych ujel na 1 litr paliva, v případě nainstalování SSS v automobilu. Výsledné jednotky jsou odvozené jednotky soustavy SI

$$lp_{sss} = \frac{l_1}{mp-up} \quad (9)$$

Kde:

$lp_{sss}$	teoretická vzdálenost na 1 litr paliva při použití SSS	[km ]
$mp$	množství natankovaného paliva	[l]
$up$	potencionálně uspořené palivo	[l]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]

## 12. Průměrná spotřeba se SSS

Tato spotřeba je určena z množství dotankovaného paliva a ujeté vzdálenosti, od níž je odečtena hodnota teoreticky uspořené palivo. Tato spotřeba je vztažena na 100 kilometrů jízdy. Není v základních jednotkách SI

$$sp_{sss} = \frac{(mp-up)*100}{l_1} \quad (10)$$

Kde:

$sp_{sss}$	průměrná spotřeba na 100 km se SSS	[l/100km]
$mp$	množství natankovaného paliva	[l]
$l_1$	ujetá vzdálenost	[km]
$up$	potencionálně uspořené palivo	[l]

### 13. Úspora paliv na 1 km jízdy

Tato hodnota je pro nás důležitá. Může se zdát, že je to poměrně málo, ale na větším nájezdu km se úspora projeví. Ve vzorci je zakomponován přepočet na dl pro lepší znázornění. Je to odvozená jednotka soustavy SI

$$up_{km} = \frac{sp - sp_{sss}}{10} \quad (11)$$

Kde:

$up_{km}$	úspora paliv na 1 km jízdy	[dl]
$sp$	průměrná spotřeba na 100 km	[l/100km]
$sp_{sss}$	průměrná spotřeba na 100 km se SSS	[l/100km]

### 14. Úspora paliv na 100 km jízdy

Teoreticky uspořené palivo při použití SSS

$$up_{100km} = sp - sp_{sss} \quad (12)$$

Kde:

$up_{100km}$	úspora paliv na 100 km jízdy	[l]
$sp$	průměrná spotřeba na 100 km	[l/100km]
$sp_{sss}$	průměrná spotřeba na 100 km se SSS	[l/100km]

### 15. Finanční úspora na 100 km

K této hodnotě bychom se dostali, kdybychom použili SSS ve městě na vzdálenosti 100km.

$$us_f = up_{100km} * C_p \quad (13)$$

Kde:

$us_f$	úspora financí na 100 km jízdy	[Kč]
--------	--------------------------------	------

$up_{100km}$	úspora paliv na 100 km jízdy	[l]
$C_p$	cena za 1 litr paliva	[Kč]

## 16. Finanční úspora na 10 000 km

Pro názornost spočteno na dlouhodobější úsporu. Po dosažení vzdálenosti lze uplatnit na jakékoliv kilometrické hodnoty. V mém případě počítám s nájezdem 10 000 km po městě.

$$us_{fdl} = up_{km} * C_p * L_{vzd} \quad (14)$$

Kde:

$us_{fdl}$	úspora financí dlouhodobá 100 km jízdy	[Kč]
$up_{km}$	úspora paliv na 1km jízdy	[l]
$C_p$	cena za 1 litr paliva	[Kč]
$L_{vzd}$	kilometrická vzdálenost	[km]

## 17. Gramů $CO_2$ na 1 litr. Zdroj: [8]

Popis metodiky výpočtu lze najít na stránkách EPA (U.S.EnvironmentalProtectionAgency). Výpočet je založen na emisních faktorech vycházejících z chemických rovnic spalování benzínu, které vyjadřují obsah uhlíku v palivu. Dále je uvažováno, že nedochází ke stoprocentnímu spalování paliva, že dokonale spáleno je 99% objemu paliva. Takto získané hmotnosti uhlíku se potom přepočtou na hmotnost emisí  $CO_2$  přes poměr atomové hmotnosti uhlíku (12 g/mol) a molekulové hmotnosti  $CO_2$  (44 g/mol). 750 gramů je hmotnost 1 litru benzínu.

V mém experimentu počítám se zážehovým motorem, proto aplikuji hodnoty  $CO_2$  pro výpočet benzínu. Pro naftu se hodnoty mírně liší, obecně jsou vyšší.

Výsledné znění převodních vzorců dle EPA je tedy následující:

$$G_l = 750 \text{ gramů} * 0.99 * (44/12) = 2723 \quad (15)$$

Kde:

$G_l$	emise $CO_2$ z 1 litru benzínu	[g $CO_2$ /l]
-------	--------------------------------	---------------

## 18. Množství gramů $CO_2$ na 1 km

Je to množství gramů  $CO_2$  vyprodukovaných automobilem za jeden kilometr jízdy.

$$G_{km} = \frac{G_l}{l_p} \quad (16)$$

Kde:

$G_{km}$	emise $CO_2$ z 1 litru benzínu na jeden km	$[gCO_2/km]$
$G_l$	emise $CO_2$ z 1 litru benzínu	$[gCO_2/l]$
$l_p$	vzdálenost na jeden litr paliva	$[km]$

## 19. Množství gramů $CO_2$ na 1 km se SSS

Je to množství gramů  $CO_2$  vyprodukovaných automobilem za jeden kilometr jízdy při použití SSS.

$$G_{kmSSS} = \frac{G_l}{l_{pSSS}} \quad (17)$$

Kde:

$G_{kmSSS}$	emise $CO_2$ na jeden km se SSS	$[gCO_2/km]$
$G_l$	emise $CO_2$ z 1 litru benzínu	$[gCO_2/l]$
$l_{pSSS}$	vzdálenost na jeden litr paliva se SSS	$[km]$

## 20. Úspora emisí na 1 km

Tato hodnota zobrazuje, jaký je rozdíl emisí při uplatnění a neuplatnění SSS.

$$Eu_{km} = G_{km} - G_{kmSSS} \quad (18)$$

Kde:

$Eu_{km}$	úspora emisí emise $CO_2$ na jeden km	$[gCO_2]$
$G_{kmSSS}$	emise $CO_2$ na jeden km se SSS	$[gCO_2/km]$
$G_{km}$	emise $CO_2$ na jeden km	$[gCO_2/km]$

## 21. Úspora emisí na větší počet km

Pro názornost spočteno na dlouhodobější úsporu. Po dosažení vzdálenosti lze uplatnit na jakékoliv kilometrické hodnoty. V mém případě počítám s hodnotou 1 000 km. Ve vzorci je zakomponován přepočet na kg.

$$Eu = \frac{Eu_{km} * L_{vzd}}{1000} \quad (19)$$

Kde:

$Eu$	úspora emisí emise $CO_2$ na zvolené km	$[kgCO_2]$
$Eu_{km}$	úspora emisí emise $CO_2$ na jeden km	$[gCO_2]$
$L_{vzd}$	kilometrická vzdálenost	$[km]$

## 22. Cena paliva

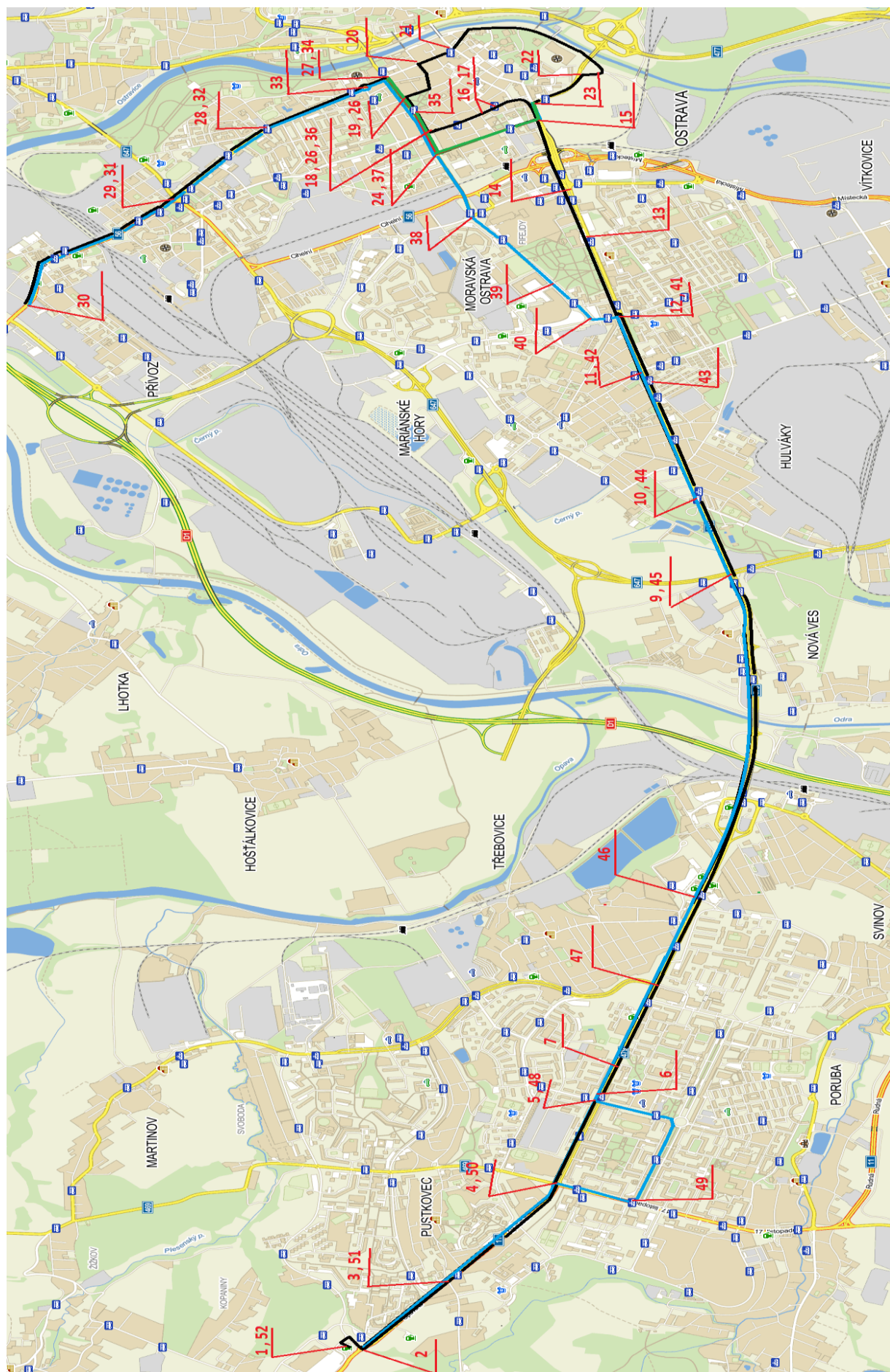
Cena paliva je brána ke dni 20.4.2011 na čerpací stanici Globus a to je hodnota  $C_p = 35Kč$ .

Kde:

$C_p$	cena paliva	$[Kč]$
-------	-------------	--------

### 4.1.3 Mapa měření

Na obrázku č.27 vidíme mapu znázorňující měření při jízdě po městě. Na mapě jsou zaznamenány všechny body stání ze všech pěti měření. U jednotlivých měření jsou zapsány pouze čísla bodů, u kterých jsem v danou jízdu stál.



**Obr.č.25 Mapa měření při jízdě po městě. Zdroj: [10]**



#### 4.1.4 Naměřené hodnoty

Tyto naměřené hodnoty pocházejí z měření č.1. Toto měření probíhalo v ranní dopravní špičku v rozmezí od 7:08-8:17. Provoz v tuto dobu byl poměrně hustý, ale docela plynulý.

Čas měření: 7:08-8:17

**Tab.č.5 Naměřené hodnoty při jízdě po městě v ranní dopravní špičku. Zdroj: [Autor]**

Č.	Místo stání	$T_s$	km
1	čerpací stanice Globus	0	0
3	přechod Krásnopolská	0,9	27,4
4	Opavská-17.listopadu	2	56,9
9	28.října-Plzeňská	7,4	70,5
10	tr.z.Hulváky	8,2	24,1
11	28.října-1.máje	9,1	35,6
18	Nádražní-Českoobrátská	12,4	63,2
19	Českoobrátská-Přívovská	12,8	9,3
23	Na Karolíně-28.října	14,8	82,3
24	Poděbradova-Českoobrátská	15,5	81,2
27	Českoobrátská-Sokolská třída	16,4	90,8
29	Sokolská tř.-Muglinovská	17,9	16,9
31	Sokolská tř.-Mariánskohorská	20,7	32,7
32	přechod Hornickapoliknikina	21,3	11,3
33	kr.o u Nové radnice	22,3	18,8
34	Sokolská tř.-Českoobrátská	22,4	19,6
38	Českoobrátská-Hornopolní	23,8	36,2
40	Várenská-Novinářská	24,9	68,3
41	Novinářská-28.října	25,1	21
42	28.října-Přemyslovců	25,3	23,2
45	28. října-Mariánskohorská	27,3	56,7
46	Opavská-Sjízdná	29,9	12,3
49	Hl.třída- 17.listopadu	33,1	38,2
50	17.listopadu-Opavská	33,4	22,7
51	přechod Krásnopolská	35,6	19,1
52	čerpací stanice Globus	36,5	0

#### 4.1.5 Vypočtené hodnoty

V této tabulce nalezneme všechny vypočtené hodnoty z jednoho měření při jízdě po městě. Zbýlé čtyři měření uskutečněné při jízdě po městě se nacházejí v přílohách pod označením A.

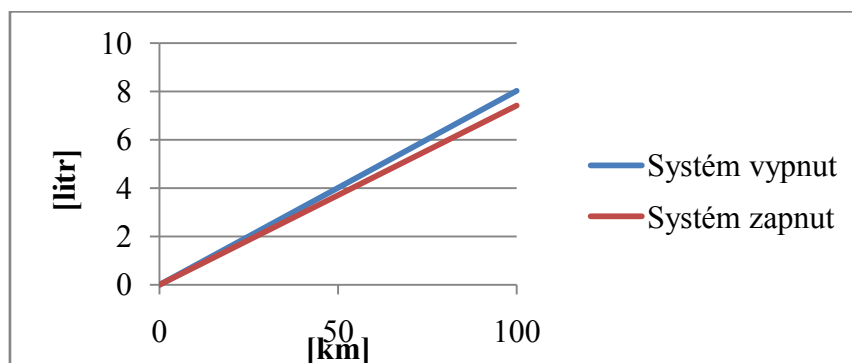
**Tab.č.6 Vypočtené hodnoty pro jízdu v ranní dopravní špičce v čase měření:**

**7:08-8:12. Zdroj: [Autor]**

č	Měřená veličina	Značka	Hodnota	Jednotka
1	Celkový čas jízdy	$t_{ci}$	69	min
2	Doba stání	$t_{sc}$	15,64	min
3	Spotřeba paliva na 1 hodinu volnoběh	$\emptyset sp_h$	0,85	l
4	Ujetá vzdálenost	$l_1$	36,5	km
5	Průměrná rychlost	$\emptyset v$	31,74	km/h
6	Průměrná rychlost bez stání	$\emptyset v_s$	41,04	km/h
7	Natankováno	$mp$	2,93	l
8	Průměrná spotřeba	$sp$	8,03	l/100km
9	Vzdálenost na 1 litr paliva	$lp$	12,46	km
10	Potencionálně ušetřené palivo	$up$	0,22	l
11	Vzdálenost na 1 litr paliva se SSS	$lp_{SSS}$	13,48	km
12	Průměrná spotřeba se SSS	$sp_{SSS}$	7,42	l/100km
13	Úspora paliva na 1 km jízdy	$up_{km}$	0,0607	dl
14	Úspora paliva na 100 km jízdy	$up_{100km}$	0,61	l
15	Finanční úspora na 100 km	$us_f$	21,25	Kč
16	Finanční úspora na 10 000 km	$us_{fdl}$	2124,61	Kč
17	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 litr	$G_l$	2723	gCO <sub>2</sub>
18	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 km	$G_{km}$	219	gCO <sub>2</sub>
19	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 km se SSS	$G_{kmSSS}$	202	gCO <sub>2</sub>
20	Emisní úspora na 1km	$Eu_{km}$	17	gCO <sub>2</sub>
21	Úspora emisí na 1 000 km	$Eu$	1 653	kgCO <sub>2</sub>
22	Cena paliva	$Cp$	35	Kč

Z tohoto měření vyplývá, že pomalý, avšak plynulý provoz, kdy se moc dlouho nečeká na semaforech jen se pomalu jedoucí kolona vozidel pohybuje při jízdě po městě. Tento systém zde smysl má, ale nedochází k jeho plnému využití.

Pro měření po městě jsem provedl porovnání spotřeb paliva při teoreticky zapnutém SSS a vypnutém SSS.



Obr.č.26 Graf porovnání spotřeby. Zdroj: [Autor]

Z tohoto obrázku, na kterém je znázorněn graf spotřeby paliva kdy by byl SSS zapnut a SSS vypnut vyplývá, že uspořené palivo na 100 kilometrech odpovídá hodnotě 0,61 litru. Tato hodnota není nikterak valná, ale každá úspora se počítá.

## 4.2 Experiment mimo město

Jízda z obce na okraj města. Tato jízda představovala každodenní jízdu z bydliště do zaměstnání. Metodika měření byla stejná jako v případě 4.1.

### 4.2.1 Naměřené hodnoty

Porovnávám dvě jízdy z domova do zaměstnání a zpět.

Tab.č.7 Naměřené hodnoty při jízdě z domova do zaměstnání a zpět. Zdroj: [Autor]

Lokalita	Přesné místo	km		
	Čas měření		7:38-8:04	7:45-8:08
Píšť		0	0	0
Hlučín	Opavská-Čs.armády	10,4	65,4	45,2
Ostrava-Poruba	přechod u Duhy	17,7	12,7	
Ostrava-Poruba	17.listopadu-Opavská	18,5	354,8	221,7
VŠB-Tuo		19		
	Čas měření		9:01-9:24	15:24-15:58
VŠB-Tuo		19	6,8	0
Ostrava-Poruba	17.listopadu-Opavská	19,1	40,2	44,8
Ostrava-Poruba	přechod u Duhy	20,4	10,4	
Hlučín	Celní-Opavská	27	15,6	65,2
Hlučín	Opavská-Čs. armády	27,4	30,4	72,6
Píšť		38,1		

Výsledky měření nám naznačují nejdelší dobu čekání na jedné křižovatce a to oběma směry měření.

#### 4.2.2 Vypočtené hodnoty

V této tabulce jsou zobrazeny data dvou měření při jízdě z domova do zaměstnání.

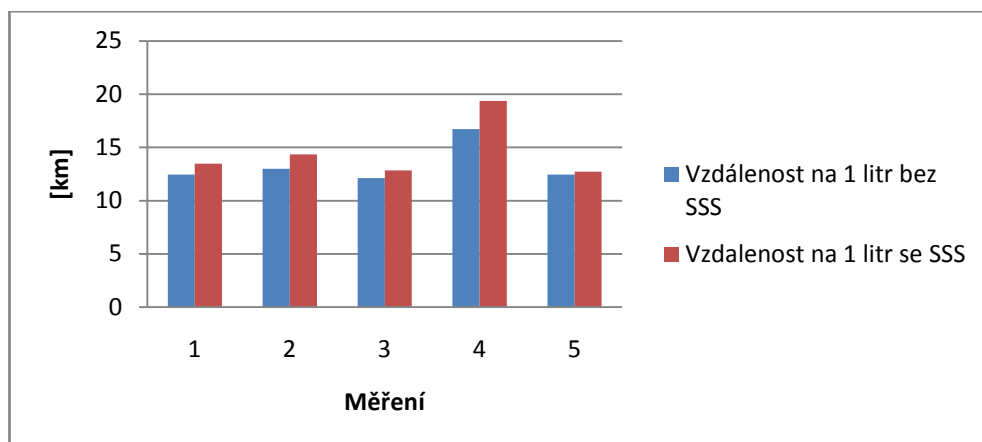
**Tab.č.8 Vypočtené hodnoty z měření jízdy z domova do zaměstnání a zpět. Zdroj: [Autor]**

č.	Měřená veličina	Značka	hodnota	hodnota	jednotka
1	Celkový čas jízdy	$t_{ci}$	49	47	min
2	Doba stání	$t_{sc}$	8,9	7,5	min
3	Spotřeba paliva na 1 hodinu volnoběh	$\emptyset sp_h$	0,85	0,85	l
4	Ujetá vzdálenost	$l_1$	38,1	38,1	km
5	Průměrná rychlost	$\emptyset v$	46,65	48,64	km/h
6	Průměrná rychlost bez stání	$\emptyset v_s$	57,01	57,87	km/h
7	Natankováno	$mp$	2,9	3,1	l
8	Průměrná spotřeba	$sp$	7,61	8,14	l/100km
9	Vzdálenost na 1 litr paliva	$lp$	13,14	12,29	km
10	Potencionálně ušetřené palivo	$up$	0,13	0,11	l
11	Vzdálenost na 1 litr paliva se SSS	$lp_{SSS}$	13,74	12,73	km
12	Průměrná spotřeba se SSS	$sp_{SSS}$	7,28	7,86	l/100km
13	Úspora paliva na 1 km jízdy	$up_{km}$	0,033	0,027	dl
14	Úspora paliva na 100 km jízdy	$up_{100 km}$	0,33	0,28	l
15	Finanční úspora na 100 km	$usp$	11,58	9,76049	Kč
16	Finanční úspora na 10 000 km	$us_{fdl}$	1158,24	976,049	Kč
17	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 litr	$G_l$	2723	2723	gCO <sub>2</sub>
18	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 km	$G_{km}$	207	222	gCO <sub>2</sub>
19	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 km se SSS	$G_{kmSSS}$	198	214	gCO <sub>2</sub>
20	Emisní úspora na 1km	$Eu_{km}$	9	8	gCO <sub>2</sub>
21	Úspora emisí na 1 000 km	$Eu$	901	759	kgCO <sub>2</sub>
22	Cena paliva	$Cp$	35	35	Kč

Výsledky z tohoto měření nám ukazují na malé úspory, v řádů decilitrů paliva. Jelikož ale mnoho řidičů dojíždí do za zaměstnání každý den, tak i v tomto případě má Start-Stop systém smysl, hlavně v úspoře emisí CO<sub>2</sub> .

### 4.3 Srovnání

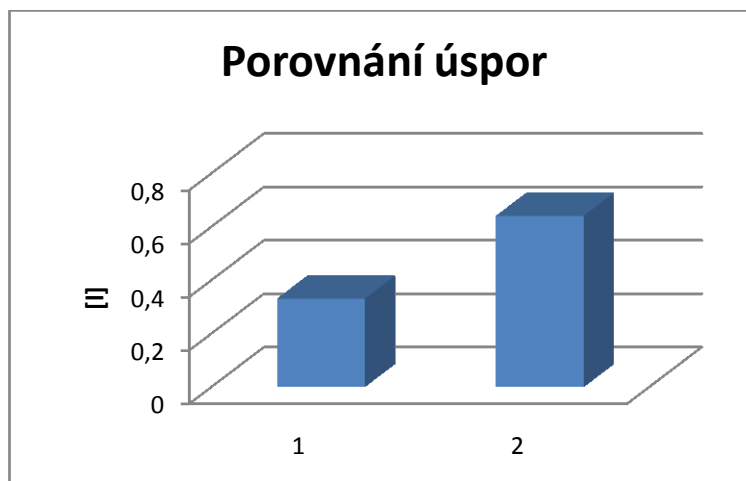
V tomto srovnání jsou porovnány hodnoty ze všech 5. měření při jízdě po městě. Porovnávám hodnoty nájezdu na 1 litr paliva se SSS a bez SSS.



Obr.č. 27 Graf porovnání vzdáleností . Zdroj: [Autor]

Z porovnávaných hodnot vyplývá, že při použití SSS je nájezd vyšší. Na jeden litr paliva se najede více v rozmezí 1-3 km.

U srovnání úspory paliva jsem se zaměřil na srovnání mezi jízdou po městě a jízdou do zaměstnání. Tyto hodnoty jsem čerpal z experimentu 4.1 a 4.2 a jsou brány hodnoty z ranní dopravní špičky přibližně v 8:00 hodin.



Obr.č.28 Graf porovnání úspor. Zdroj: [Autor]

Ve sloupci č.1 je zobrazena úspora paliva při dojíždění do města a v sloupci č. 2 úspora paliva při jízdě po městě. Rozdíl úspory je 0,31 litru.

## 4.4 Jízda po dálnici

Tento systém zcela pozbývá na svém významu při jízdě po dálnici. Pokud se na dálnici stojí ať je to při nehodě, sněhové kalamitě nebo při jiné nečekané události, bývá to na delší dobu. Proto jsou finanční i emisní úspory při jízdě po dálnici nulové.

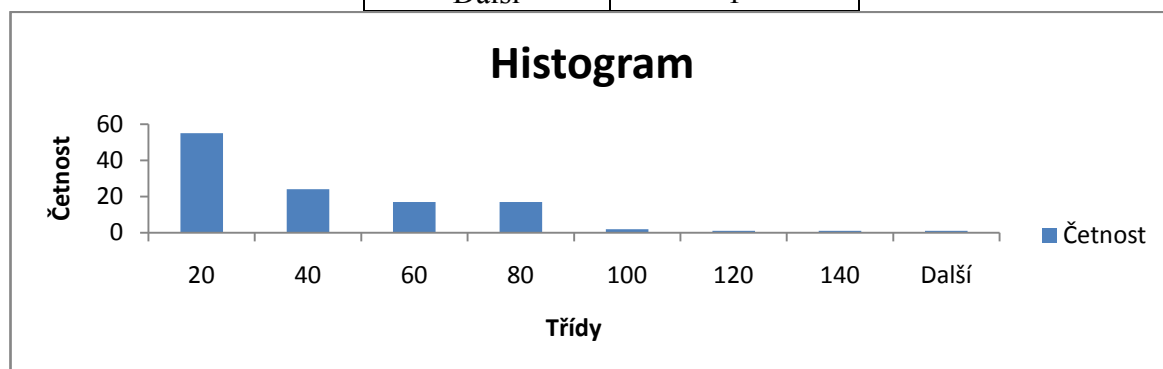
## 4.5 Experimentální výpočet

Pro posouzení, jak by se choval SSS a úspora paliva při posunutí průměrné stání o přiřpočtení nebo odečtení 5% času. Nejprve jsem ze všech dob stání naměřených při experimentu popsáném v bodě 4.1 pomocí rozčlenění do tříd vytvořil rozdělení, a následně Histogram.

**Tab.č.9 Rozdělení do tříd a určení četnosti.**

**Zdroj: [Autor]**

<i>Třídy</i>	<i>Četnost</i>
20	55
40	24
60	17
80	17
100	2
120	1
140	1
Další	1



**Obr.č.29 Histogram ukazující exponencionální rozdělení. Zdroj: [Autor]**

Z histogramu nám vyplynulo exponencionální rozdělení. Jezdil jsem po odlišných křižovatkách, nastávaly nečekané situace, proto můžu určit, že při nárůstu průměrné doby čekání na křižovatce o 5% by uspořené palivo vzrostlo taktéž o 5%, při poklesu průměrné doby čekání na křižovatce o 5% by uspořené palivo kleslo taktéž o 5% .

## 4.6 Experimentální adaptace systému- využití mimo městský provoz

Start-Stop systém je omezen tím, že jeho využití je zcela účinné jen v městském provozu. Rozhodl jsem se otestovat, jaká úspora paliva by nastala při adaptaci tohoto systému pro rozvážkovou službu pizzy a jídla. Řidiči těchto automobilů často nevypínají motor, protože mají naspěch.

### 4.6.1 Postup měření

Měření začíná na začátku pracovní doby rozvážkové služby jídla z pizzerie. Místo, kde se poskytuje tato služba, se rozkládá na území mezi městy Opava a Hlučín. Mapa rozsahu je přiložená v přílohách, pod označením B.

Pro tento pokus jsem zaznamenával tyto údaje:-místo určení zakázky, čas výjezdu automobilu od pizzerie, čas dojezdu k zákazníkovi, stav kilometrů na dané adrese, čas příjezdu na pizzerii a konečný stav kilometrů.

Hlavní veličina, kterou jsem zjišťoval, byl čas strávený u zákazníka, toto je čas, kdy automobil stojí a jeho motor běží naprázdno. V tomto čase je zahrnuto čekání na zákazníka, hledání v mapě, telefonování se zákazníkem a samotný výdej zboží. Je také zohledněn čas dvou sekund, které potřebuje systém pro vypnutí motoru. Z ostatních naměřených dat jsem vypočetl průměrné rychlosti jednotlivých jízd. Toto měření bylo následně přepočítáno na spotřebu osobního automobilu, který jsem používal v předešlém měření. Rozvážková služba funguje 4 dny v týdnu. Ze získaných údajů z knihy jízd z tohoto automobilu jsem dále určil, kolik kilometrů se průměrně ujede v jeden rozvážkový den. Z naměřených údajů za jeden pracovní den jsem nadále vypočítal, kolik minut stání připadá na jeden kilometr jízdy. Tento údaj byl využit k výpočtu návratnosti počátečních investic investovaných do pořízení SSS.

V ideálním případě by systém pracoval pokaždé, ale jelikož nelze dosáhnout 100% funkce systému, proto volím součinitel  $K_{so}$ . Tento součinitel upravuje tu skutečnost, že ze začátku nebude zahřátý motor, bude spuštěné odmrazování oken, nebo nebudou splněny další požadované podmínky pro spuštění SSS.

## 1) Jeden den měření

Všechny hodnoty z tohoto měření jsou zaznamenány v tabulce, která je uvedená přílohách pod označením A. Pro můj výpočet jsou dostatečné hodnoty uvedené v tabulce č.10. Z těchto naměřených dat určím hodnotu  $K_m$ . Tato hodnota nám znázorňuje běh motoru na prázdko na 1km jízdy na lince.

**Tab.č.10 Hodnoty naměřené za 1 den provozu. Zdroj: [Autor]**

č. linky	Nájezd km na 1 lince $L_{l1}$	Čas na lince [h:m] $T_l$	Nevyužitý čas motoru na 1 lince [m:s] $T_{m1}$
1	20,8	0:30	3:18
2	1,4	0:05	1:31
3	10,2	0:14	3:31
4	18,8	0:34	7:14
5	14,3	0:30	7:15
6	15,3	0:16	3:03
7	19	0:51	19:19
8	22,4	0:35	6:59
9	23,2	0:36	7:47
10	9	0:26	9:34
Suma	154,4	4:28	69:31

## 2) Celkový čas stání a nájezd km za 1 den provozu

Z naměřených hodnot vypočteme sumu všech časů stání. Jednotka pro lepší výpočet je odvozená ze soustavy SI.

$$T_{mc} = \sum T_{m1} = 69,51 [min] \quad (20)$$

Kde:

$T_{mc}$  Celkový nevyužitý čas motor [km]

$T_{m1}$  Nevyužitý čas motoru na 1 lince [km]



Je to suma všech najetých km za 1 pracovní den

$$L_{lc} = \sum L_{l1} = 69,51 [\text{min}] \quad (21)$$

Kde:

$L_{lc}$	Suma nájezdu km na všech linkách	$[\text{min}]$
$L_{l1}$	Délka jednotlivých linek	$[\text{min}]$

Je to suma všech časů strávených na linkách v jeden pracovní den.

$$T_{lc} = \sum T_l = 4:28 [\text{min}] \quad (22)$$

Kde:

$T_{lc}$	suma všech časů strávených na linkách v jeden pracovní den	$[\text{h: min}]$
$T_l$	čas strávený na jednotlivé lince	$[\text{h: min}]$

### 3) Určení hodnoty čekání za 1 km rozvozu

Z naměřených dat získaných za 1 den jízdy určím hodnotu  $\emptyset Km_d$ . Tato hodnota nám znázorňuje běh motoru na prázdko na 1 km jízdy na lince. Z výpočtu vyplývají jednotky  $km * min^{-1}$ . S touto hodnotou budu dále pracovat.

$$K_{stk} = \frac{\sum L_{1i}}{\sum T_{mc}} = \frac{154,4}{69,51} = 2,221 \text{ km} * \text{min}^{-1} \quad (23)$$

Kde:

$K_{stk}$	délka stání za 1 km rozvozu	$[\text{km} * \text{min}^{-1}]$
$L_{lc}$	suma nájezdu km na všech linkách	$[\text{min}]$
$T_{mc}$	celkový nevyužitý čas motor	$[\text{km}]$

#### 4) Určení průměrného nájezdu km na jeden den

Ze získaných dat z knihy jízd za období leden až březen roku 2011, jsem určil průměrnou hodnotu kilometrického nájezdu za jeden pracovní den. Tato hodnota byla určena z průměrného kilometrického nájezdu za 1 měsíc, a ze získaných tří hodnot jsem následně udělal průměrnou hodnotu a tato hodnota je výsledná hodnota  $\emptyset Km_d$  kilometrického nájezdu za jeden pracovní den. Kniha jízd je uvedena v přílohách pod označením C. Pro lepší výpočet jsou jednotky odvozené ze základní soustavy SI.

**Tab.č.11 Průměrný nájezd km za den. Zdroj: [Autor]**

Měsíc	$\emptyset$ Nájezd km za den v daném měsíci $Km_d$ [km]
Leden	113,7
Únor	131,1
Březen	116,4
$\emptyset Km_d$	120,4

$$\emptyset Km_d = \frac{Km_{d1} + Km_{d2} + Km_{d3}}{3} \quad (24)$$

Kde:

$\emptyset Km_d$	průměrná hodnota nájezdu km	[km]
$Km_{di}$	průměrná hodnota nájezdu km v 1 daný měsíc	[h: min]

#### 5) Určení koeficientu $K_d$

Rozvoz jídla probíhá ve 4 dnech v týdnu, čtvrtek až neděle. O Vánocích a některých jiných dnech se rozvoz neuskutečňuje. Počítám také s poruchami a plánovanými odstávkami automobilu.

Proto jsem určil  $K_d = 3,7$

Kde:

$K_d$	Určený koeficient	[–]
-------	-------------------	-----

## 6) Určení pracovních dnů za 5 let

Budu brát stávající stav (rozvoz 4 dny v týdnu), a počítám s 52 týdny v roce, tak výsledný počet pracovních dní  $D_{p5}$  bude vypočten takto.

$$D_{p5} = K_d * Pl * 52 \quad (25)$$

$$D_{p5} = 3,7 * 5 * 52 = 960 \text{ [dnů]}$$

Kde:

$D_{p5}$	počet pracovních dnů po dobu 5 let	[den]
$K_d$	určený koeficient pracovního vytížení	[–]
$Pl$	počet let určených pro výpočet	[–]

## 7) Přibližné určení najetých km za dobu 5 let

V tomto vzorci vycházím z předpokladu, že po dobu 5 let bude vytíženost automobilu určeného pro rozvoz stejná. Jednotky jsou vedlejší ze základní soustavy SI.

$$Kn_5 = D_{p5} * \emptyset Km_d \quad (26)$$

$$Kn_5 = 960 * 120,4 = 115\,584 \text{ [km]}$$

Kde:

$Kn_5$	přibližné určení najetých km za dobu 5 let	[km]
$D_{p5}$	počet pracovních dnů po dobu 5 let	[den]
$\emptyset Km_d$	průměrná hodnota nájezdu km	[km]

## 8) Zohlednění vypnutí systému, určení koeficientu $K_{so\ i}$

Systém je konstruován tak, aby v případě ohrožení bezpečnosti řidiče, motor automobilu běžel dál a nezastavil se. Jestliže není zajištěno správné fungování systému a nejsou splněny další podmínky pro fungování SSS, motor se taktéž nezastaví. Proto budu k výpočtu uspořené paliva používat korekční součinitel, který odhaduji na hodnotu  $K_{so1} = 0,8$  jako hodnotu velmi dobrého využití u druhého výpočtu  $K_{so2} = 0,4$ , brána jako minimální hodnotu využití. Třetí výpočet bude  $K_{so3} = 1$ . Tato hodnota bude brána jako ideální stav systému, která ovšem nikdy nenastane.

Kde:

$K_{so\ i}$                       určený koeficient zapnutí SSS                      [-]

## 9) Teoreticky uspořené palivo za 5 let

Nejdříve musím zjistit teoreticky uspořené čas a dále určím uspořené palivo. Spotřebu paliva udává naměřená hodnota  $sp_h = 0,85$  l/h

Teoreticky uspořené čas, v tomto vzorci je zakomponován přepočet na odvozené jednotky soustavy SI.

$$T_{tu5} = \frac{Kn_5 * K_{soi}}{K_{stk} * 60} \quad (27)$$

Kde:

$T_{tu5}$	teoreticky uspořené čas	[hod]
$K_{so\ i}$	určený koeficient zapnutí SSS	[-]
$Kn_5$	Přibližné určení najetých km za dobu 5 let	[km]
$K_{stk}$	délka stání za 1 km rozvozu	[ $km * min^{-1}$ ]

Teoreticky uspořené palivo

$$P_{tu5} = T_{tu5} * \emptyset sp_h \quad (28)$$

Kde:

$P_{tu5}$	teoreticky uspořené palivo	[l]
$T_{tu5}$	teoreticky uspořené čas	[hod]

$\emptyset sp_h$  průměrná spotřeba paliva automobilu za 1hod. při provozu na volnoběh [litr]

#### 10) Teoreticky uspořené palivo za 5 let

Je to finanční hodnota kterou bychom mohli uspořit při požití SSS

$$F_{tu5} = P_{tu5} * Cp \text{ [Kč]} \quad (29)$$

Kde:

$F_{tu5}$  možná finanční úspora [Kč]

$P_{tu5}$  teoreticky uspořené palivo [l]

$Cp$  cena paliva [Kč]

**Tab.č.12 Vypočtené hodnoty v adaptaci SSS na automobil rozvozu jídla. Zdroj: [Autor]**

Součinitel		Uspořený čas za 5 let $T_{tu5}[\text{hod}]$	Uspořené palivo za 5 let $P_{tu5}[\text{litr}]$	Uspořené finance za 5 let $F_{tu5}[\text{Kč}]$
$K_{so1}$	0,8	697	592,5	20 842
$K_{so2}$	0,4	349	296,7	10 384
$K_{so3}$	1	872	741,2	25 942

#### 4.7 Zhodnocení experimentu

Adaptace Start-Stop systému by byla vhodná. Uspořili by se nemalé finance, jedinou podmínkou pro adaptaci Start-Stop systému je nutnost upravit podmínky pro deaktivaci systému, bylo by třeba upravit vstupní signál zapnutého pásu řidiče a signál otevřených dveří řidiče.

## 5 Provozní hodnocení a zkušenosti

V této kapitole se věnuji, převážně finančnímu hodnocení, zda je tento systém rentabilní. Jsou porovnány dva automobily, a díly spojené s tímto systémem. Věnuji se ekologické úspoře. Práci doplňují názory zákazníků a postřehy ze servisních míst. Pozornost věnuji mému názoru, zda bych si tento systém koupil do svého automobilu či nikoliv.

### 5.1 Stížnosti zákazníků a postřehy ze servisů

Informace ze servisů říkají, že zákazníci, kteří se rozhodnou si do nového automobilu za příplatek zakoupit Start-Stop systém pak chodí a stěžují si, že je systém vykazuje závady a nefunguje správně. Skoro ve 100 % stížností ale jde o pochybení na straně zákazníka, který neumí s tímto systémem správně zacházet. Majitelé automobilů si neuvědomují, že nesplnili požadavky, které jsou požadovány, aby systém fungoval a mnozí z nich ani nevědí, které požadavky to jsou. Viz 3.3. Podmínky aktivace systému - (vypnutí motoru).

### 5.2 Porovnání cen jednotlivých komponentů

Ceny pro vozidlo Mazda 3 r.v. 2011 osazená zážehovým motorem 2.0 MRZ - 111kW, 6 stupňová manuální převodovka. Cena automobilu je 478 000 Kč, příplatek za Start-Stop systém je 10 000 Kč.

Ceny jsou uváděny za nové díly.

**Tab.č.13 Porovnání cen komponentů pro vůz Mazda 3. Zdroj: [12]**

Komponent -cena v Kč	Se Star-Stop	Bez Start-Stop
Alternátor	22010	19525
Startér	16516	17133
Baterie hlavní	3747	3843
Baterie záložní	2327	0
Řídicí jed. motoru	61 793	28 021

Ceny pro Vozidlo VW Passat B6 r.v. 2010 osazený vznětovým motorem 2.0TDI – 103kW, 6 stupňová manuální převodovka. Cena automobilu je 646 100 Kč, příplatek za Start-Stop systém je 13 000 Kč.

**Tab.č.14 Porovnání cen komponentů pro vůz VW Passat. Zdroj: [11]**

Komponent -cena v Kč	se Star-Stop [Kč]	bez Start-Stop[Kč]
Startér	13 517	12 362
Alternátor	23 805	22 905
Baterie	6 099	3 160
Snímač na baterii(řídící jednotka baterie),	3 420	0
DC/DC měnič	3 270	0
Řídící jednotka Start stop systému	7 880	0
Řídící jednotka motoru	26 358	26 358
Sdružený panel se spínačem SSS	914	718
Snímač polohy řadicí páky	1 600	
Snímač otevření dveří	2 408	
Snímač teploty v kabině	515	
Snímač venkovní teploty	407	
Snímač polohy brzdového pedálu	900	
Snímač polohy spojkového pedálu	2 085	
Snímač otáček klikového hřídele	1 203	
Snímač teploty chladicí kapaliny	749	

### 5.3 Výpočet návratnosti

V této kapitole porovnávám náklady na dva automobily, jeden osazený vznětovým motorem, druhý zážehovým motorem. Následně určuji finanční návratnost nákladů investovaných do pořízení SSS a pozdější provozní náklady.

#### 1) Volba automobilu

Byly mezi sebou porovnány automobily se stejným motorem kdy jeden automobil již měl standardně SSS a druhý ne.

#### 2) Spotřeba udávaná výrobcem o městě

Tato hodnota je tabulková spotřeba získaná od výrobce. Určuje spotřebu s použitím SSS a bez použití SSS při jízdě po městě.

##### 2.1) Spotřeba při testu

U druhého typu automobilu byl prováděn test rakouským časopisem AutoBild. Dva stejné automobily jezdily po městě za sebou, jeden se SSS a druhý bez SSS a na konci celodenního testu naměřily tyto hodnoty spotřeby. Rozdíl spotřeb udaných výrobcem je rozdíl spotřeby vozidla se SSS a bez SSS.

### 3) Rozdíl spotřeb

Je to rozdíl tabulkových spotřeb udaných výrobcem automobilu

$$Sp_r = Sp1 - Sp2 \quad (31)$$

Kde:

$Sp_r$             rozdíl spotřeby paliva            [l]

$Sp1$             tabulková spotřeba po městě bez SSS            [l]

$Sp2$             tabulková spotřeba po městě se SSS            [l]

#### 3.1) Rozdíl spotřeb při testu

Je to rozdíl spotřeby vozidla se SSS a bez SSS při prováděném testu časopisu AutoBild.

$$Sp_{rt} = Sp1_t - Sp2_t \text{ [Kč]} \quad (32)$$

Kde:

$Sp_{tr}$             rozdíl spotřeby paliva při testu            [l]

$Sp1_t$             tabulková spotřeba po městě bez SSS při testu            [l]

$Sp2_t$             tabulková spotřeba po městě se SSS při testu            [l]

### 4) Pořizovací cena za Start-Stop Systém

Jsou to finanční náklady vynaložené za SSS při koupi nového vozidla. Čerpáno z materiálů automobilek.

Kde:

$P_{cSSS}$             pořizovací cena SSS            [Kč]

### 5) Vrácení investic

Ukazuje kilometrickou hodnotu, při které se vrátí počáteční vložená investice, vztaženou na úsporu paliva. Byly zde použity koeficienty  $K_{so\ i}$  blíže vysvětleny v kapitole 4.6.1 bod 8.



Pro výpočet potřebujeme zjistit úsporu na 1 km vztaženou na palivo.

$$up_{kmf} = \frac{Sp_r(t)}{100} * Cp \quad (33)$$

Kde:

$up_{kmf}$	úspora paliv na 1 km jízdy	[Kč]
$Sp_r$	rozdíl spotřeby paliva	[l]
$Sp_{rt}$	rozdíl spotřeby paliva při testu AutoBild	[l]
$Cp$	cena paliva	[Kč]

Nyní vypočteme, za jak dlouho se investice do SSS vrátí vztaženo na palivo.

$$Nk_{vr} = \frac{Pc_{SSS}}{up_{kmf}} \quad (34)$$

Kde:

$Nk_{vr}$	nájezd km kdy se náklady vrátí vztaženo na palivo	[Kč]
$Pc_{SSS}$	pořizovací cena SSS	[Kč]
$up_{kmf}$	úspora paliv na 1 km jízdy	[Kč]

## 6) Finanční úspora

Bráno pro  $K_2=0,8$  (Viz. 4.6.1 bod 8.) při nájezdu různé kilometrické vzdálenosti, v mém případě počítám ze vzdáleností 100 000 km vztaženo na palivo. Tato hodnota říká, jaká bude finanční úspora vztaženo na palivo při nájezdu 100 000 km po městě za použití koeficientu  $K_2=0,8$ .

$$Fu_{navr} = up_{kmf} * L_{Vzd} * K_{so2} \quad (35)$$

Kde:

$Fu_{navr}$	finanční úspora vztaženo na km	[Kč]
$up_{kmf}$	úspora paliv na 1 km jízdy	[Kč]
$K_{so2}$	určený koeficient zapnutí SSS	[-]
$L_{Vzd}$	kilometrická vzdálenost	[km]

## 7) Možné další opravy

V tomto bodě jsem zahrnul cenu za možné další opravy, například za vadné čidlo či jiné položky spojené s opravou SSS. Pro můj případ jsem zvolil hodnotu 3000Kč.

Kde:

$Mdo$                       možné další opravy                      [Kč]

## 8) Rozdíl cen baterií

Je to rozdíl pořizovacích cen baterie typu AGM použité u SSS a klasické olověné baterie použité u vozidla bez SSS. Čerpáno z materiálu automobilek.

Kde:

$Rb$                       rozdíl cen baterií                      [Kč]

## 9) Uspořené finance

Výsledný bod nám naznačuje, zda se SSS finančně vyplatí pro daný automobil. Je v něm zakomponováno vše a tato hodnota je počítána na 100 000km.

$$Vfu = Fu_{navr} - Rb - Pc_{SSS} - Mdo \quad (36)$$

Kde:

$Vfu$                       výsledná finanční úspora                      [Kč]

$Fu_{navr}$                       finanční úspora vztaženo na km                      [Kč]

$Rb$                       rozdíl cen baterií                      [Kč]

$Mdo$                       možné další opravy                      [Kč]

$Pc_{SSS}$                       pořizovací cena SSS                      [Kč]

**Tab.č.15 Hodnoty pro výpočet návratnosti investic vložených do SSS u vozu VW Golf.**  
**Zdroj: [11]**

1	Automobil		VW GOLF 6 1,6 TDI DPF BMT - 77kW	VW GOLF 6 1,6 TDI DPF - 77kW
2	Spotřeba udávaná výrobcem po městě		$Sp2 = 5,2$	$Sp1 = 5,7$
3	Rozdíl spotřeb udaných výrobcem	$Sp_r$	0,5	
4	Požizovací cena za Start- Stop Systém	$P_{cSSS}$	13 000	
5	Vrácení investic			
	$K_{so1}=1$		74 285 km	
	$K_{so2}=0,8$		92 856 km	
	$K_{so3}=0,4$		185 712 km	
6	Finanční úspora bráno pro $K_{so2}=0,8$	$Fup_{k2}$	14 005	
7	Možné další opravy	$Mdo$	3 000 Kč	
8	Rozdíl cen baterií	$Rb$	2 327 Kč	
9	Uspořené finance na 100 000 km	$Vfu$	<b>-4322 Kč</b>	

V této tabulce budu porovnávat automobily s menším zážehovým motorem, který je podle automobilky velice oblíbený a zjišťuji, zda se SSS vyplatí při nájezdu 100 000 km po městě.

Z výpočtu pro daný automobil nám vyplývá, že v tomto případě se SSS na 100 000 kilometrů finančně nevyplatí. Při nákupu tohoto vozidla bych si za SSS nepřiplatil.

V následující tabulce porovnávám automobily osazené zážehový motorem a zjišťuji, zda je vhodné si za SSS v tomto případě připlatit.

**Tab.č.16 Hodnoty pro výpočet návratnosti investic vložených do SSS u vozu Mazda 3.**  
**Zdroj: [12]**

1	Automobil		Mazda 3 2.0 MRZ ACTIVE - 111kW	Mazda 3 2.0 MRZ - 111kW
2	Spotřeba udávaná výrobce po městě		6,8	7,6
2.1	Spotřeba při testu		9,7	11,7
3	Rozdíl spotřeb udaných výrobce	$Sp_r$	0,8	
3.1	Rozdíl spotřeb při testu	$Sp_{rt}$	2	
4	Pořizovací cena za Start- Stop Systém	$P_{c_{SSS}}$	10 000 Kč	
			Hodnoty brány od výrobce	Hodnoty brány z testu
5	Vrácení investic		35 211 km	14 084 km
	$K_{so1}=1$		35 211 km	14 084 km
	$K_{so2}=0,8$		44 013 km	17 605 km
	$K_{so3}=0,4$		88 027 km	35 210 km
6	Finanční úspora bráno pro $K_{so3}=0,8$	$Fup_{k2}$	22 720 Kč	56802 Kč
7	Možné další opravy	$Mdo$	3 000 Kč	3 000 Kč
8	Rozdíl cen baterií	$Rb$	2 939 Kč	2 939 Kč
9	Uspořené finance na 100 000 km	$Vfu$	6 781 Kč	40 863 Kč

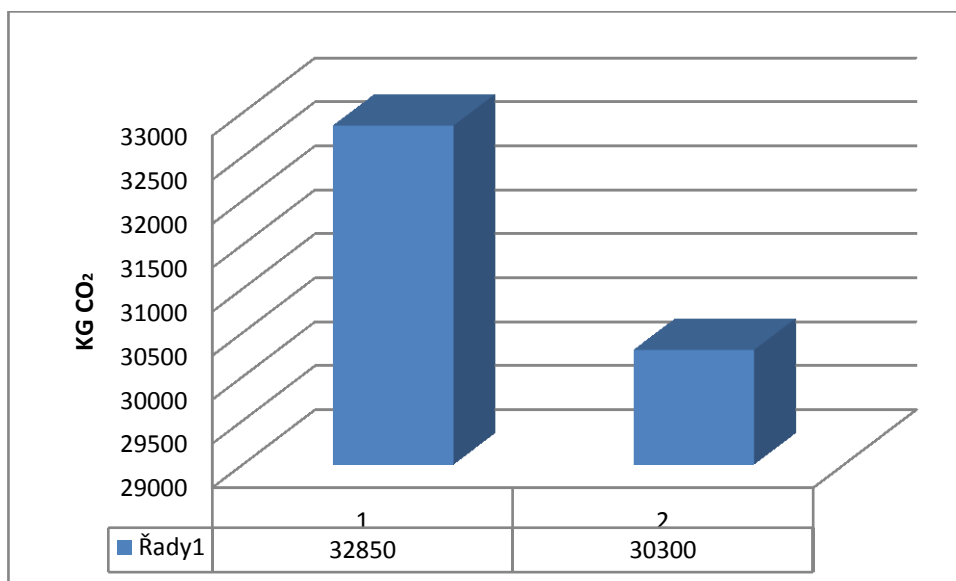
V tomto případě se SSS velice vyplatí na 100 000 kilometrech uspoří při výpočtu z hodnot udávaných výrobcem 6 781 Kč. U výpočtu dat získaných při testu časopisem AutoBild by úspora činila dokonce 40 863 Kč.

## 5.4 Ekologická úspora

Start Stop-Systém není vždy ekonomicky výhodný. Ekologickou úsporu v podobě nevypuštěných emisí  $CO_2$  tomuto systému nelze odepřít.

Graf znázorňuj uspořené hodnoty emisí  $CO_2$  na 150 000 kilometrů najezděných po městě. Data jsou spočítána a vztažena na mnou prováděný experiment jízdy po městě. Viz 4.1.

Výpočet hodnot tohoto grafu je přiložen v přílohách pod označením C.



Obr.č.30 Graf porovnání emisí  $CO_2$ . Zdroj:[Autor]

V grafu vidíme porovnání produkce  $CO_2$  v sloupci 1 automobil nepoužívající Start-Stop systém a v sloupci 2 automobil používající SSS. Rozdíl hodnot je 2550 Kg  $CO_2$ .

Dalšímu rozšíření SSS by napomohla pomoc od vlády např. v podobě jednorázové úlevy na dani nebo příspěvkem na nákup vozu se Start-Stop systémem. Zlepšila by se smogová situace v centrech a pomohlo by to k celkovému zlepšení životního prostředí.

## 5.5 Výhody a nevýhody

Jako každý používaný systém má své výhody a nevýhody. U Start-Stop systému jsou výhody podstatnější než nevýhody.

### Výhody

Systém šetří palivo.

Automobily se Start-Stop systémem jsou šetrnější k životnímu prostředí.

V rostoucím trendu nárůstu cen paliva, se investice vložená do pořízení SSS vrátí dříve.

### Nevýhody

Počáteční investice do systému.

Né u všech vozů, je zaručená návratnost počáteční investice, při nájezdu 100 000 km po městě.

V případě poruchy nemalé investice do opravy.

V případě poruchy řídicí jednotky SSS investice až 30 tisíc Kč

Neinformovanost zákazníku a prodejce.

Žádné daňové úlevy a pobídky pro koupi Start-Stop systému.

Systém nelze dokoupit do staršího automobilu, dodává se pouze k novým vozům.

## 5.6 Zhodnocení

Podle mého názoru je Start-Stop systém velice prospěšná věc a to hlavně při úspoře emisí. I tento systém má své „ale“. Start-Stop systém v některých případech finančně nevrátí a to potencionální zákazníci zajímá více než ekologická úspora. Dále je zde hrozba poškození komponentů spojených se SSS, čím více elektroniky v autě mám, tím je větší riziko, že se něco pokazí. Následné nákladné opravy by zhatili všechny předchozí úspory.

Systém má uplatnění u automobilů s vyšším obsahem a větší spotřebou. V současné době se SSS začíná montovat i do nákladních automobilů a autobusů. Myslím si, že pokud nebude podpora v daňových úlevách nebo bonusech od státu, systém se nebude rapidně rozšiřovat.

Také bych si dával pozor u motorů s větším turbodmychadlem, při velké akceleraci na křižovatce a následném vypnutí motoru na další nedaleké křižovatce, by mohlo docházet k nedochlazování turbodmychadla a to vede k jeho poškození. Proto někteří výrobci volí delší interval, než se po zastavení vypne motor.

## 5.7 Uplatnění Start-Stop systému

Start-Systém se v roce 2008 začal prodávat jako příplatková výbava. Cena za kterou systém prodával byla okolo 10 tisíc korun. Strategie výrobců automobilů je ale v dnešní době úplně jiná. U většiny výrobců se Start-Stop systém dá pořídit jen v takzvané „EKO-Verzi“ (VW- Blue Motion Technology, Škoda-GreenLine, Ford-EcoNetic...)

Tyto verze jsou osazeny nejen Start-Stop systémem a rekuperací, ale mají delší čtvrtý a pátý, popřípadě šestý rychlostní stupeň, pneumatiky s nižším valivým odporem, výška karosérie je snížena o 10 až 15 milimetrů, vozy jsou osazeny speciálními kryty kol a mřížkami nasávaného vzduchu snižující koeficient odporu vzduchu  $C_x$ . Ford přišel z dalším vylepšením a to že za jízdy zavírá přední otvor pro nasávání vzduchu.

Snaha výrobců je Start-Stop systém do svých vozů montovat a neustále vylepšovat. Možná proto, VW od roku 2011 prodává všechny své vznětové verze modelu Passat standartě vybavené systémem Start-Stop.

## 5.8 Anketa ADAC

Německý autoklub ADAC přinesl výsledky průzkumu mezi řidiči jezdícími s vozy vybavenými Start-Stop systémem. Anketa ukázala, že tato pro mnohé řidiče převratná novinka funguje ke spokojenosti uživatelů. 85 procent řidičů používá tento systém pravidelně. 95 procent dotázaných uvedlo, že motor jejich vozu s přehledem po krátkém vypnutí naskočí. Jen 2,5 procenta z účastníků ankety mělo s nastartováním na křižovatce problémy. Po vypnutí Start-Stop systému se na přístrojovém panelu rozsvítí kontrolka informující řidiče o jeho nečinnosti. 37 procent řidičů v anketě odpovědělo, že by uvítali ještě zřetelnější upozornění na skutečnost, že je systém vypnutý. K zablokování start-stop systému řidiči přistupují například v situaci, kdy s vozem manévrují na malém prostoru a neustálé zapínání a vypínání motoru by bylo na obtíž. Zdroj: [13]

## 6 Závěr

V rámci bakalářské práce byla řešena problematika Start-Stop systému. Cílem bylo zhodnotit technické a provozní parametry. Pro hodnocení bylo využito porovnávacích metod a experimentálního měření.

V části technického řešení Start-stop systému byla představena a podrobně popsána funkce systému a byly popsány jednotlivé komponenty potřebné k fungování celého systému. Je zapotřebí mnoha nových nebo upravených komponentů což se samozřejmě projevilo na ceně Start-Stop systému.

Tento systém je určen především do městského provozu a dokazuje to i měření v městě a mimo město. Uspořené palivo při jízdě do města bylo přibližně 0,3 litrů na 100 kilometrů.

**Tab.č.17 Tabulka vypočtených hodnot z měření při jízdě po městě. Zdroj: [Autor]**

		Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Hodnota	Ø Hodnota	Jednotka
Měření č.		1	2	3	4	5		
Emisní úspora na 1km	$Eu_{km}$	17	13	23	21	5	15,2	gCO <sub>2</sub>
Úspora paliv na 1 km jízdy	$up_{km}$	0,0607	0,0461	0,0812	0,0751	0,0177	0,0561	l
Úspora paliv na 100 km jízdy	$up_{100km}$	0,61	0,46	0,81	0,75	0,18	0,56	l

Výsledky jednotlivých měření ukazuje, že Start-Stop systém je hlavně výhodný z hlediska ekologické stránky věci, ale i průměrná hodnota uspořené spotřeby 0,56 litrů paliva na 100 kilometrů, při jízdě po městě není zanedbatelné množství, při dnešních cenách paliva.

Dalším zjištěním bylo, že na 150 000 km najetých po městě (150 000 km odpovídá množství km ujetých vozidlem taxislužby po dobu 3 let, sloužícího převážně v městském provozu), je hodnota uspořené emisí 2 550 kg CO<sub>2</sub>.

Prioritním požadavkem automobilek je, aby Start-Stop systém neohrozil bezpečnost pasažérů a aby v jakémkoliv případě okamžitě reagoval na požadavek nastartování motoru. Proto před vypnutím motoru musí být splněno mnoho podmínek, blíže vysvětleny v bodě 3.5-3.7. Některé se nám mohou zdát nesmyslné, ale každá podmínka má svůj význam a zaručují skoro 100% funkci systému.



Při výpočtu návratnosti vložených investic za pořízení SSS se ukázalo, u jednoho typu vozidla, že se investice v průběhu 100 000 km ujetých po městě nevrátí a budeme v mínusu 4322 Kč. U druhého automobilu se však ukázala vysoká návratnost investice a to 6 781 Kč.

Výsledný teoretický výpočet u automobilu pro rozvoz jídla naznačuje finanční úsporu, a proto pokud by bylo možné obejít podmínku zapnutého bezpečnostního pásu a otevření dveří řidiče, u nákupu nového vozu bych doporučil nákup vozidla se Start-Stop systémem.

## 7 Seznamy

### 7.1 Seznam tabulek

Tab. č.1 Porovnání baterii. Zdroj [4] .....	26
Tab.č.2 Porovnání startérů. Zdroj [6] .....	27
Tab.č.3 Porovnání alternátorů. Zdroj [5] .....	28
Tab. č.4 Množství spotřebovaného paliva za 1 hodinu na volnoběh Zdroj: [Autor].....	32
Tab.č.5 Naměřené hodnoty při jízdě po městě v ranní Zdroj: [Autor] .....	41
Tab.č.6 Vypočtené hodnoty pro jízdu v ranní dopravní špičce v čase měření Zdroj: [Autor] ..	42
Tab.č.7 Naměřené hodnoty při jízdě z domova do zaměstnání a zpět. Zdroj: [Autor] .....	43
Tab.č.8 Vypočtené hodnoty z měření jízdy z domova do zaměstnání a zpět. Zdroj: [Autor] ..	44
Tab.č.9 Rozdělení do tříd a určení četnosti. Zdroj: [Autor] .....	46
Tab.č.10 Hodnoty naměřené za 1 den rozvozu. Zdroj: [Autor].....	48
Tab.č.11 Průměrný nájezd km za den. Zdroj: [Autor].....	50
Tab.č.12 Vypočtené hodnoty v adaptaci SSS na aut. rozvozu jídla. Zdroj: [Autor] .....	53
Tab.č.13 Porovnání cen komponentů pro vůz Mazda 3. Zdroj: [12].....	54
Tab.č.14 Porovnání cen komponentů pro vůz VW Passat. Zdroj [11] .....	55
Tab.č.15 Hodnoty pro výpočet návratnosti investic vložených do SSS u vozu VW Golf. ....	59
Tab.č.16 Hodnoty pro výp. návr. investic vložených do SSS u vozu Mazda 3. Zdroj: [12] ..	60
Tab.č.17 Tabulka vypočtených hodnot z měření při jízdě po městě. Zdroj: [Autor] .....	64

### 7.2 Seznam obrázků

Obr.č.1 Aktivace SSS . Zdroj: [2].....	15
Obr.č.2 Vypínání motoru. Zdroj: [2] .....	15
Obr.č.3 Ustálení pístů v 1 rovině. Zdroj: [2] .....	15
Obr.č.5 Klasický start pomocí startéru. Zdroj: [2] .....	16
Obr.č.4 Start pomocí expanze a startéru. Zdroj: [2] .....	16
Obr.č.6 Rekuperace. Zdroj: [1].....	17
Obr.č.7 Schéma systému. Zdroj: [1].....	19
Obr.č.8 Rozložení systému v automobilu . Zdroj: [1] .....	19
Obr.č.9 Komunikace na datové sběrnici CAN. Zdroj: [1].....	20
Obr.č.10 Akumulátor typu AGM – Varta. Zdroj: [4] .....	21

Obr.č.11 LIN alternátor. Zdroj: [9].....	21
Obr.č.12 Startér. Zdroj: [6] .....	22
Obr.č.13 Snímač napětí akumulátoru. Zdroj: [1].....	22
Obr.č.15 Umístění DC/DC transformátoru v podběhu kola VW Passat. Zdroj: [1].....	23
Obr.č.14 Umístění DC/DC transf. pod sedadlem spolujezdce (Škoda Fabia) Zdroj: [1] .....	23
Obr.č.16 Umístění snímače zařazeného rychl, stupně na převodovce. Zdroj: [1].....	23
Obr.č.17 Vypínač Start-Stop systému. Zdroj: [1] .....	24
Obr.č.18 Informační panel. Zdroj: [1] .....	24
Obr.č.19 Snímač otevřených dveří. Zdroj: [9].....	24
Obr.č.20 Teplotní snímače. Zdroj: [9] .....	24
Obr.č.21 Snímač polohy pedálů. Zdroj: [9] .....	25
Obr.č.22 Snímač otáček klikového jřídele. Zdroj: [9] .....	25
Obr.č.23 Panel Aut. Klimatizace . Zdroj: [9].....	25
Obr.č.24 Řídící jednotka. Zdroj: [1] .....	25
Obr.č.25 Startér s nosem a bez nosu. Zdroj: [6] .....	27
Obr.č.26 Palivo dotankováno až k hrdlu nadže. Zdroj: Autor .....	32
Obr.č.27 Mapa měření při jízdě po městě. Zdroj: [10] .....	40
Obr.č.28 Graf porovnání spotřeby. Zdroj: [Autor] .....	43
Obr.č. 29 Graf porovnání vzdáleností . Zdroj: [Autor].....	45
Obr.č.30 Graf porovnání úspor. Zdroj: [Autor] .....	45
Obr.č.31 Histogram ukazující exponencionální rozdělení. Zdroj: [Autor].....	46
Obr.č.32 Graf porovnání emisí CO2. Zdroj:[Autor].....	61

### 7.3 Seznam příloh

Příloha A: Tabulka naměřených a spočtených hodnot z měření po městě .....	70
Příloha B: Mapa Hlučínska.....	71
Příloha C: Výpočet hodnot grafu .....	71
Příloha D: Výňatek z knihy jízdy firmy AZPEK Bolatice .....	72
Příloha E: Komunikace na datové sběrnici CAN Zdroj: [1].....	73

## 8 Zdroje informací

Má bakalářská práce stojí především na vlastním měření a výpočtech. Mnoho informací jsem čerpal ze školícího materiálu automobilky VW.

Informace o cenách jednotlivých dílů, cenách automobilů a ceně příplatku za SSS jsem obdržel na prodejnách jednotlivých automobilek a jsou platné ke dni 10.4.2011.

### 8.1 Internetové zdroje a materiály automobilek

Školící materiály dodané od zástupců automobilek.

- [1] VW– Samostudijní program 426- Systém Start-Stop 2009 Konstrukce a funkce

Vydavatel: VOLKSWAGEN, Wolfsburg AG

- [2] Mazda-2.0 DISI I-Stop – Příručka - Vydáno 2011 - 35 stran

- [3] BMW- Automatické spouštění motoru MS - Vydáno 2011 - 18 stran

#### Internetové zdroje

- [4] Zdroj hodnot baterií a obrázků Varta

<http://www.battery.cz/varta-agm-trakce/> [citováno 2011-1-05]

- [5] Zdroj informací o LIN Alternátoru

<http://powerelectronics.com/news/lin-controlled-regulator/> [citováno 2011-1-01]

- [6] Zdroj informací a obrázků pro startéry

[http://www.bosch-kraftfahrzeugtechnik.de/en/antriebssysteme/benzinsaugrohreinspritzung\\_1/starterpkw\\_2/startstopstarter\\_2/startstopstarter.asp](http://www.bosch-kraftfahrzeugtechnik.de/en/antriebssysteme/benzinsaugrohreinspritzung_1/starterpkw_2/startstopstarter_2/startstopstarter.asp) [citováno 2011-2-11]

- [7] Zdroj informací o Golf Formel E  
<http://www.auto-news.de/auto/fotoshows/anzeige.jsp?id=22244&picindex=30&backlink=> [citováno 2011-5-21]
- [8] Výpočet emisí dle metodiky EPA  
<http://ekoblog.cz/?q=emise> [citováno 2011-3-11]
- [9] Zdroj obrázků  
<http://www.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi> [citováno 2011-5-17]
- [10] Mapové podklady  
<http://mapy.cz/> [citováno 2011-3-11]
- [11] Informace o vozech VW  
<http://www.autoheller.cz> [citováno 2011-4-10]
- [12] Informace o vozech Mazda [citováno 2011-4-10]  
<http://www.mazda.cz> [citováno 2011-4-10]
- [13] Zdroj ankety ADAC  
<http://autembezpecne.icst.cz/cz/s40/c1441-Zelena-auta/n2075-Anketa-Ridici-aut-se-start-stop-systemem-motoru-jsou-s> [citováno 2011-4-11]

## **8.2 Použitá literatura**

- [Matějka, R. 1990] Matějka, R. Vozidla silniční dopravy I, Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
- [Matějka, R. 1990] Matějka, R. Vozidla silniční dopravy II, Bratislava, 1990, ISBN 80-7100-074-4
- [Vlk, F. 2001 ] Vlk, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno 2001

## 9 Přílohy

**Příloha A : Tabulka naměřených a spočtených hodnot z měření po městě**

č	Měřená veličina	Značka	Hodnota	Značka	Hodnota	Hodnota	Jednotka
	Čas konání jízdy		8:18 - 9:22	14:33 - 15:51	15:55 - 17:06	20:08 - 20:53	
1	Celkový čas jízdy	$t_{ci}$	64	78	71	45	min
2	Doba stání	$t_{sc}$	11,88	20,93	19,34	4,56	min
3	Spotřeba paliva na 1 hodinu volnoběh	$\emptyset sp_h$	0,85	0,85	0,85	0,85	l
4	Ujetá vzdálenost	$l_1$	36,5	36,5	36,5	36,5	km
5	Průměrná rychlost	$\emptyset v$	34,22	28,08	30,85	48,67	km/h
6	Průměrná rychlost bez stání	$\emptyset v_s$	42,02	38,37	42,39	54,15	km/h
7	Natankováno	$mp$	3,01	2,18	2,81	2,93	l
8	Průměrná spotřeba	$sp$	8,25	5,97	7,70	8,03	l/100km
9	Vzdálenost na 1 litr paliva	$lp$	12,13	16,74	12,99	12,46	km
10	Potencionálně ušetřené palivo	$up$	0,17	0,30	0,27	0,06	l
11	Vzdálenost na 1 litr paliva se SSS	$lp_{SSS}$	12,84	19,38	14,39	12,74	km
12	Průměrná spotřeba se SSS	$sp_{SSS}$	7,79	5,16	6,95	7,85	l/100km
13	Úspora paliv na 1 km jízdy	$up_{km}$	0,0461	0,0812	0,0751	0,0177	dl
14	Úspora paliv na 100 km jízdy	$up_{100km}$	0,46	0,81	0,75	0,18	l
15	Peněžní úspora na 100km	$us_f$	16,14	28,43	26,27	6,19	Kč
16	Peněžní úspora na 10000km	$us_{fdl}$	1613	2843	2627	619	Kč
17	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 litr	$G_l$	2723	2723	2723	2723	gCO <sub>2</sub>
18	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 km	$G_{km}$	225	163	210	219	gCO <sub>2</sub>
19	Gramů CO <sub>2</sub> na 1 km se SSS	$G_{kmSSS}$	212	140	189	214	gCO <sub>2</sub>
20	Emisní úspora na 1km	$Eu_{km}$	13	23	21	5	gCO <sub>2</sub>
21	Úspora emisí na 1000 km	$Eu$	1255	2212	2044	482	kgCO <sub>2</sub>
22	Cena paliva	$Cp$	35	35	35	35	Kč

## Příloha B:

Mapa Hlučínska, zobrazující rozsah území, na kterém je uskutečněná rozvážka.



## Příloha C:

Výpočet hodnot grafu znázorňující uspořené hodnoty emisí  $CO_2$  na 150 000 kilometrů naježděných po městě.

$$\text{Sloupec 1} = G_{km} * L_{Vzd}$$

$$219 * 150\,000 = 32\,850 \text{ kgCO}_2$$

$$\text{Sloupec 2} = G_{kmSSS} * L_{Vzd}$$

$$202 * 150\,000 = 30\,300 \text{ kgCO}_2$$

Kde:

$L_{Vzd}$	kilometrická vzdálenost	[km]
$G_{km}$	emise $CO_2$ na jeden km	[gCO <sub>2</sub> /km]
$G_{kmSSS}$	emise $CO_2$ na jeden km se SSS	[gCO <sub>2</sub> /km]

# **Příloha D: Výňatek z knihy jízdy firmy AZPEK Bolatice**

Datum	Nájezd km	Stav tachometru	Datum	Nájezd km	Stav tachometru	Datum	Nájezd km	stav tachometru
6.1. čt	74,8	296788	4.2. pá	153,4	298480	3.3. čt	80,6	300090
7.1. pá	94,9	296884	5.2. so	191,7	298671	4.3. pá	122,8	300212
8.1. so	175,7	297060	6.2. ne	118	298789	5.3. so	185,2	300398
9.1. ne	59	297119	11.2. pá	111,1	299008	6.3. ne	89,2	300487
14.1. pá	91,5	297231	12.2. so	108,8	299117	10.3. čt	22,7	300509
15.1. so	128,2	297359	13.2. ne	113,5	299230	11.3. pá	116,2	300626
16.1. ne	111,6	297471	18.2. pá	92,6	299323	12.3. so	157,5	300783
21.1. pá	95	297646	19.2. so	165,1	299488	13.3. ne	137,8	300921
22.1. so	140,8	297786	20.2. ne	103,9	299592	17.3. čt	32,4	300956
23.1. ne	105,1	297891	25.2. pá	149,3	299741	18.3. pá	171,7	301128
28.1. pá	147,6	298039	26.2. so	166,2	299907	19.3. so	160,5	301288
29.1. so	163,2	298202	27.2. ne	100,6	300008	20.3. ne	146,6	301435
30.1. ne	91,7	298294		131		24.3. čt	62,1	301517
	113					25.3. pá	119,3	301637
						26.3. so	185,9	301822
						27.3. ne	101,6	301924
						31.3. čt	88,1	302016
							120	

Je to pouze výňatek, kompletní knihu jízd nalezneme na datovém nosiči CD přiloženého v bakalářské práci.



## Příloha E: Komunikace na datové sběrnici CAN Zdroj [1]

### Komunikace na datové sběrnici CAN

